

Cuaderno 1: Memoria

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 1: Memoria



Índice

1. Descripción general de la República del Ecuador.	Página 3
1.1 Geografía.	Página 3
1.2 Historia.	Página 4
1.3. Gobernabilidad.	Página 5
1.4. Tejido Económico y productivo.	Página 5
1.5. Cultura.	Página 6
2. Historia y organización de la pesca en Ecuador	Página 8
3. Historia y organización de la acuicultura en Ecuador.	Página 12
3.1 Superficie total bajo cultivo, especies cultivadas y área dedicada a las distintas especies.	Página 13
3.2 Mercado y comercio.	Página 21
4. Estudios preliminares.	Página 22
4.1. Elección de la especie	Página 22
4.2. El Pulpo	Página 28
4.2.1 Estudio biológico.	Página 28
4.2.2 Estudio del mercado.	Página 29
4.2.3 Estudio del arte.	Página 30
4.3. La Corvina	Página 32
4.3.1 Estudio biológico.	Página 32
4.3.2 Estudio del mercado.	Página 39
4.3.3 Estudio del arte.	Página 40



4.4. Estudio del emplazamiento.	Página 42
4.5. Estudio del mercado.	Página 49
5. Situación social.	Página 50
6. Motivación personal	Página 51



Cuaderno 1: Memoria

1. Descripción general de la República del Ecuador

1.1 Geografía y Medio ambiente:

Ecuador (oficialmente República del Ecuador) es un país situado en la parte noroeste de América del Sur. Ecuador limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico. Posee una extensión de 283.560 km².

Ecuador es surcado de norte a sur por una sección volcánica de la cordillera de los Andes (70 volcanes, siendo el más alto el Chimborazo, con 6.310 msnm) Al oeste de los Andes se presentan el Golfo de Guayaquil y una llanura boscosa; y al este, la Amazonia. Es el país con la más alta concentración de ríos por kilómetro cuadrado en el mundo. En el territorio ecuatoriano, que incluye las islas Galápagos 972 km al oeste de la costa, se encuentra la biodiversidad más densa del planeta.

Presenta una población de 13.610.733 personas divididas de la siguiente manera: 65% mestizos, 25% indígenas, 3% afroamericanos, 7% indoeuropeos. Existen varias nacionalidades indígenas, entre ellas: huaorani, shuar, achar, siona-secoya, cofan, quechua, tsachila y chachi.

Debido a la presencia de la cordillera de los Andes y según la influencia del mar, el Ecuador continental se halla climatológicamente fragmentado en diversos sectores. Además, a causa de su ubicación tropical, cada zona climática presenta sólo dos estaciones definidas: húmeda y seca.

Tanto en la Costa como en el Oriente la temperatura oscila entre los 20 °C y 33 °C, mientras que en la sierra, ésta suele estar entre los 8 °C y 26 °C. La estación húmeda se extiende entre diciembre y mayo en la costa, entre noviembre a abril en la sierra y de enero a septiembre en la Amazonía. Galápagos tiene un clima más bien templado y su temperatura oscila entre 22 y 32 grados centígrados, aproximadamente.

1.2 Historia:

El actual territorio de Ecuador ha estado poblado desde al menos el año 2.500 a.C. La región fue en buena medida una zona con influencias, entre otras, de las civilizaciones nazca, tiahuanaco-huari, chibcha y mexica. También se ha sugerido contacto con pueblos del Pacífico, japoneses o polinesios, aunque sobre este aspecto existe todavía mucho debate. A inicios del siglo XV de la era cristiana, la nación cara, dirigida por la Dinastía Shiri, comenzó a expandirse al norte y centro de la pre-cordillera andina.



En 1.534, el capitán español Sebastián de Benalcázar conquistó tierras ecuatorianas. Éste, una vez tomada Quito, la refundó como ciudad española, el 6 de diciembre de 1.534, bautizándola como San Francisco de Quito en honor a Francisco Pizarro. Quito fue capital de la Presidencia de Quito y Real Audiencia de Quito formando parte del Virreinato del Perú. Con el reordenamiento efectuado por los Borbones en 1.717 Quito pasó a integrar el Virreinato de Nueva Granada, que comprendía los actuales territorios de Ecuador,

Colombia, Panamá y Venezuela. En 1.809 se efectuó en Quito un levantamiento contra la autoridad de la corona. En 1.822, invadiendo desde Colombia, los ejércitos del Simón Bolívar y Antonio José de Sucre apoyaron a los rebeldes patriotas. El 24 de mayo de ese año en Pichincha, cerca de Quito, Sucre venció a los españoles y aseguró la emancipación de Ecuador, que de esta manera se incorporó al proyecto bolivariano de la Gran Colombia.

En 1.830 la Real Audiencia de Quito se separó de la Gran Colombia y adoptó el nombre de República del Ecuador.

En 1.895 la Revolución Liberal comandada por Eloy Alfaro activó las esperanzas de las mayorías campesinas acerca de una solución a la cuestión agraria.

En 1.914 Ecuador cedió a Colombia el territorio comprendido entre los ríos Caquetá y Putumayo.

A fines de enero de 1.981 estalló la «Guerra de los Cinco Días» entre Ecuador y Perú.

En 1.990 el movimiento indígena irrumpió por primera vez en el escenario político. Desde esa fecha, además de presionar a través de la Confederación de Nacionalidades Indígenas de Ecuador (CONAIE) para que la Constitución de 1.997 reconociera el carácter de pluriculturalidad y multiétnicidad del Estado.

En agosto de 2.005, una ola de protestas antigubernamentales, por presuntos casos de corrupción, desembocaron en la destitución de Gutiérrez por parte del Congreso. En su lugar asumió el vicepresidente Alfredo Palacio.

En la segunda vuelta de las elecciones presidenciales de noviembre de 2.006 resultó vencedor, con el 57% de los sufragios, el economista y dirigente de izquierda Rafael Correa. En enero de 2.007, en su primer discurso como presidente, Correa declaró que «el nefasto ciclo neoliberal ha sido definitivamente superado en América del Sur»; también anunció que lucharía por el ingreso de Ecuador al Mercosur para unificar los procesos integracionistas de América.

En abril se llevó a cabo un referendo para convocar una Asamblea Constituyente y comenzar la redacción de una nueva Constitución. La convocatoria fue aprobada con el 78% de



los votos, lo que fue catalogado por analistas internacionales como un triunfo histórico para Correa, su principal promotor.

1.3 Gobernabilidad:

La forma de gobierno consiste en una Republica unitaria con Rafael Correa como presidente.

El actual Estado Ecuatoriano está conformado por cinco poderes estatales: el Poder Ejecutivo, el Poder Legislativo, el Poder Judicial, el Poder Electoral y el Poder de Transparencia y Control Social.

Los principales partidos políticos son: Partido Roldosista Ecuatoriano; Izquierda Democrática; Partido Renovador Institucional de Acción Nacional.

Las organizaciones sociales son las siguientes: la Central Ecuatoriana de Organizaciones Clasistas (CEDOC) y Central de Trabajadores Ecuatorianos (CTE), coordinan sus acciones en el Frente Unido de Trabajadores (FUT); Confederación de Nacionalidades Indígenas de Ecuador (CONAIE); Federación de Estudiantes Universitarios del Ecuador (FEUE).

1.4 Tejido económico y productivo:

Ecuador consta como el principal exportador de banano a nivel mundial y uno de los principales exportadores de flores, camarones y cacao.

Población viviendo con menos de U\$S 1 al día: 15,8 % (1.998)

INB per capita: 2.210 U\$S Atlas Method (2.004)

PBI per cápita: 3.963 PPP, U\$S (2.004)

Tasa de crecimiento anual del PBI: 6,9 % (2.004)

Inflación anual: 4,1 % (2.004)

Índice de precios al consumidor: 2,7 todos los ítems 1995=100 (2.004)

Deuda externa total: 16.868 millones U\$S (2.004)

Deuda externa per cápita: 1.239 U\$S (2.004)

Servicio de deuda externa: 36,0 como % de las exportaciones (2.004)

Total neto de Ayuda Oficial al Desarrollo recibida: 176 millones U\$S (2.003)



Total neto de Ayuda Oficial al Desarrollo recibida: 14 U\$S per cápita

(2.003)

Total neto de Ayuda Oficial al Desarrollo recibida: 0,6 % del PBI (2.003)

Consumo de energía: 708,4 equivalente petróleo/ kg (2.003)

Importación de energía: -159,4 % del consumo (2.003)

Gasto público en salud: 1,7 % del PBI (2.002)

Gasto público en educación: 1,0 % del PBI (2.000-2.002)

1.5 Cultura

El español es oficial, aunque 40% de la población habla quichua y otras lenguas indígenas.

Ecuador es un país mayoritariamente católico (95%).

La literatura ecuatoriana se ha caracterizado por ser esencialmente costumbrista y, en general, muy ligada a los sucesos exclusivamente nacionales, con narraciones que permiten vislumbrar cómo es y se desenvuelve la vida del ciudadano común y corriente, donde destacan: Jorge Icaza, Juan Montalvo y José de la Cuadra

Es un país con atributos en las artesanías, entre los artistas contemporáneos del Ecuador encontramos: Oswaldo Guayasamín y Gonzalo Endara

Entre los cantantes más destacados a nivel nacional e internacional se destaca Julio Jaramillo a quien se lo conoce como 'El Ruiseñor de América' Junto a Rosalino Quintero, quien se convertiría más tarde en su compañero de fórmula, su arreglista y quien le tocaba la guitarra y el requinto.



2. Historia de la pesca y su organización en el Ecuador

El Ecuador es un país que se ubica al noroeste de Sudamérica, entre Colombia y Perú y sus costas se extienden a lo largo de 2.859 Km, que incluyen costas abiertas al océano Pacífico y aquellas asociadas a las aguas interiores de los principales estuarios formados por el río Guayas, río Chone, río Cojimies y los ríos Cayapas y Mataje cerca de la frontera con Colombia. La plataforma del margen continental es angosta debido a la presencia de una fosa de subducción. Hacia el oeste y a 1.000 Km de la costa se ubican las islas Galápagos, desde donde nacen las cordilleras submarinas de Cocos y Carnegie que constituyen una manifestación fotográfica importante en el Océano Pacífico Oriental (OPO). Las islas son Patrimonio de la Humanidad y por su naturaleza son un Parque Nacional, en donde la actividad pesquera se limita a lo artesanal.

El sector marítimo de interés para el Ecuador sustenta pesquerías importantes de carácter pelágico y demersales y particularmente el sector estuarino ofrece un ambiente favorable para la actividad acuícola. Ambas se constituyen en un grupo industrial para el Ecuador en el cual se emplean alrededor de 120.000 personas.

En la siguiente figura se observa la producción de pescado en toneladas en la república del Ecuador, donde se contabiliza tanto la obtenida por pesca propiamente dicha, como la proveniente de métodos de acuicultura.

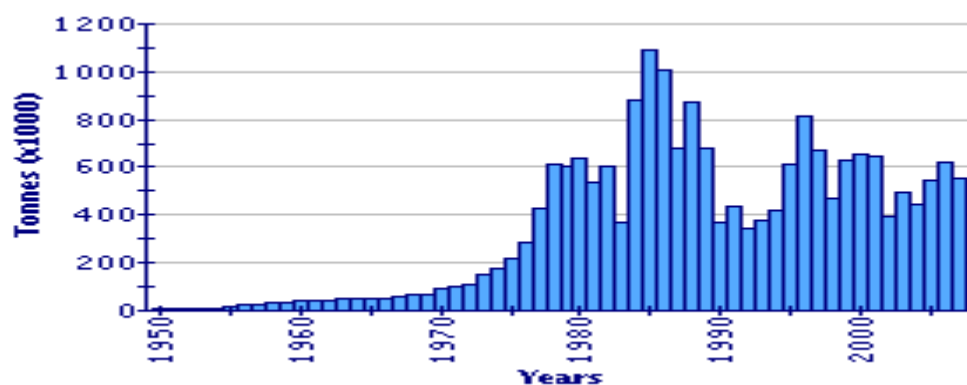


Figura 1.1: Producción pesquera de Ecuador por pesca y acuicultura.



Este segundo gráfico se refiere tan solo a la producción de pescado de origen pesquero

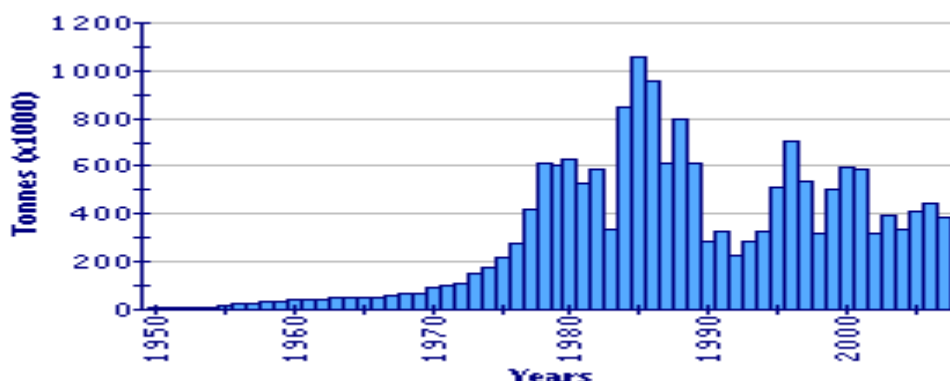


Figura 1.2: Producción pesquera de Ecuador por pesca.

Dentro del sector pesquero debemos de diferenciar las distintas modalidades que se presentan en el país, siendo estas las siguientes: Pesca extractiva, Pesca de pelágicos pequeños, Pesca blanca, Pesca artesanal marítima del continente, Pesca artesanal marítima en Galápagos,

Pesca de aguas continentales y Pesca deportiva. Todas estas modalidades se presentan a continuación.

Pesca extractiva:

Este tipo de pesca va dirigido principalmente a peces migratorios, a las poblaciones de peces pelágicos y demersales como pesca acompañante del camarón marino.

Cabe destacar la pesca del atún por su importante papel dentro del mercado del país y su alto consumo, sobre todo de forma enlatado.

La pesca de atún se inicia en 1.952 en el puerto de Manta y desde entonces las capturas han ido aumentando año tras año hasta la fecha

Pesca de pequeños pelágicos:

Esta pesquería tiene su origen en los años 60, impulsada por el interés de producir harinas de pescado y productos enlatados de la sardina.



Pesca blanca:

Incluye especies como pargo, atún, corvina, dorado, róbalo, picudo, huayaipe cuyas poblaciones se ubican en zonas costeras.

Estas especies cobran gran importancia en la actualidad debido a los diferentes proyectos de acuicultura que se están desarrollando en el país y que en el caso de huayaipe ya da resultados muy positivos.

Este sector será en el que prestaremos mas atención por encontrarse dentro de este grupo las especies que se estudiarán para el desarrollo de las jaulas de engorde, finalidad última de este proyecto

Pesca artesanal marítima del continente:

Esta pesquería considera las siguientes alternativas: Pesca de Recolección, que incluye a los mariscadores del área intermareal y que son recolectores de conchas, cangrejo, almeja, mejillones, camarón, jaiba, hembras ovadas de camarón y larvas de camarón, Pesca Artesanal Costera, emplea embarcaciones y artes que permite la mezcla en mar afuera capturando peces demersales y pelágicos Pesca Artesanal Oceánica, que opera en mar abierto con el apoyo de buques nodriza capturando peces demersales y pelágicos.

El Instituto Nacional de Pesca estima que los desembarques totales promedio de este subsector alcanza entre las 30.000 y 70.000 TM/año, de los cuales el 63% corresponden a pelágicos, el 29% a peces demersales y el restante 8% a otras especies.

Las organizaciones gremiales de los pescadores artesanales, comprenden federaciones, cooperativas, uniones y asociaciones, cuya personería jurídica es aprobada por la Dirección Nacional de Cooperativas, previo informe favorable de la Dirección General de Pesca

Pesca artesanal marítima de las islas Galápagos:

Este archipiélago situado a unos 1.500 kilómetros de la costa, además de ser la más impresionante reserva natural del Ecuador, representa una importante parte de la pesca del país, tanto en las aguas interiores entre las islas como en las 40 millas que se le añaden al territorio y que constituyen la zona de pesca.

En la actividad pesquera participan alrededor de 1.000 pescadores que emplean cerca de 367 embarcaciones según registro del año 2.000. La actividad la regula el Parque Nacional Galápagos en base a acuerdos concertados con el sector pesquero artesanal dedicado a la pesca de la lisa, el bacalao, atún, langosta y pepino de mar.



Pesca de aguas continentales:

No existen estadísticas confiables de la actividad en este sector, que en su gran mayoría es artesanal y satisface necesidades locales.

Pesca deportiva:

Se realiza en aguas costeras y en especial frente a la Puntilla de Santa Elena, alrededor de la Isla La Plata en el área marítima y en el sector continental en lagos, ríos de la región interandina y amazónica.



3. Historia de la acuicultura y su organización en el Ecuador

La acuicultura en el Ecuador es de relativamente reciente desarrollo. En el último decenio, esta actividad ha recibido un impulso importante a partir de la explotación en salitrales y tierras altas del recurso camarón blanco.

Más del 95 por ciento de la acuicultura ecuatoriana corresponde al cultivo del camarón marino (*Litopenaeus* spp), seguido del cultivo de la Tilapia, la misma que ha crecido notoriamente en los últimos cinco años, y el porcentaje restante a otras especies (peces y crustáceos de agua dulce). La acuicultura de agua dulce, tiene su mayor desarrollo en la región interandina, básicamente con los centros de cultivo de la trucha Arco Iris. El cultivo del Chame tiene algunos avances en la región Costa

Los orígenes de la acuicultura en el Ecuador se remontan al 1.932 cuando en la región de la Sierra se introdujo la trucha (*Salmo gairdneri*) para repoblar los lagos, lagunas y ríos. En la actualidad se cuenta con cinco criaderos de los cuales el centro de Chirimachay, en la Provincia del Azuay, está a cargo del Instituto Nacional de Pesca. Este centro cuenta con nueve piletas de incubación y siete de alevinaje con una producción de 100.000 alevines/año. En adición, algunos organismos públicos, pero autónomos, han desarrollado programas piscícolas, como es el caso de PREDESUR (Programa Regional Ecuatoriano para el Desarrollo del Sur), que comenzó en 1.976 construyendo seis estaciones piscícolas cuyas funciones son proveer alevines para los programas de extensión e incluyen especies introducidas como tilapias y carpas, añadiendo a la nativa llamada chame para la zona tropical.

Esta Institución cubre tres provincias sureñas: Provincia de Loja, Provincia Oriental de Zamora y Provincia Litoral de El Oro.

Otras de las Instituciones con programas similares son el CREA que tiene jurisdicción para las provincias de Azuay y Napo, el Rancho Ronald con apoyo del grupo 4F y Ministerio de

Agricultura y Ganadería en las provincias de Pichincha y Esmeraldas, el SEDRI (Servicio para el Desarrollo Rural Integral) en la Provincia de Esmeraldas, el CRM (Comisión para la Rehabilitación de Manabí) y la Fundación Ciencias con la Universidad Católica en la Provincia de Manabí, la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) en la cuenca baja del Río Guayas, CEDEGE (Comisión de estudio sobre el desarrollo de la Cuenca del Río Guayas) que en conjunto con la Dirección General de Pesca implementarán un programa piscícola en la Provincia del Guayas.

Casi todas estas instituciones prevén en sus programas de extensión la necesidad de orientar a la comunidad rural hacia los sistemas integrados (agricultura-acuicultura) en pequeños estanques de tipo familiar.



En la gráfica que se adjunta se puede observar la producción de pescado proveniente de la empresa acuicultora.

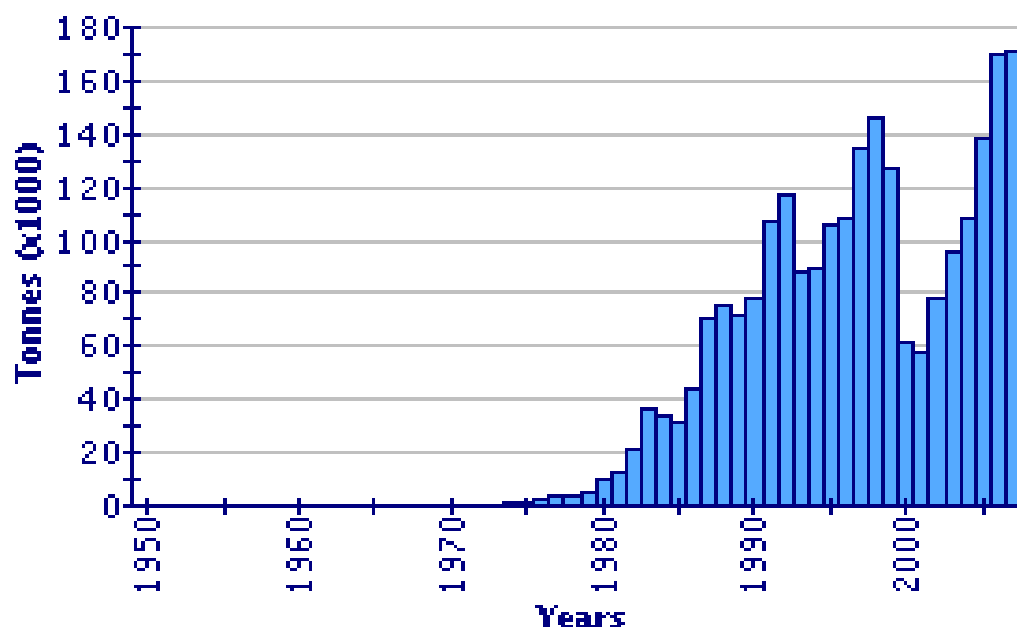


Figura 1.3: Producción acuícola de Ecuador.

3.1 Superficie total bajo cultivo, especies cultivadas y área dedicada a las distintas especies

a) Especies de Agua dulce:

a.1 Especies de aguas cálidas



Peces locales		
Chame (<u>Dormitator latifrons</u>)	Chone, Bachillero, San Antonio (Prov. Manabí) Atacames y Quinindé (Prov. Esmeraldas), Churete y Taura (Prov. Guayas)	Pez herbívoro y fitoplanctófago, su carne es blanca y representa el 70% de su peso. Resistencia a baja calidad de agua (<1 mg /1 DO) de CO ₂ , gastan energía en mantenerse en densidades de 45 ind/m ³ , su distribución es entre agua dulce y salitral. Area aproximada cultivada 200 ha. No se reproduce en estanques.
Bocachico (<u>Ichthyoelephas humeralis</u>)	Cuenca Hidrográfica del Guayas	Pez fitófago, de valor comercial alto, no existe registro de manejo acuacultural, pero si existen experiencias en pequeños estanques necesitando por ej.: valores mayores a 4 mg/1 de O ₂ y aguas “limpias”. Probablemente haya 20 ha cultivadas. No se reproducen en estanques.
Vieja Azul (<u>Aequidens rivulatus</u>) y otros cíclidos	Cuenca Hidrográfica del Guayas, Río Santiago y Río Amazonas	Pez omnívoro, de resistencia a bajos niveles de O ₂ y gran distribución en Ecuador. No alcanza mayores tamaños en estanques y es conseguido a bajo costo. Se reproduce en estanques.
Dama (<u>Brycon dentex</u>)	Cuenca del Río Guayas, Santiago y Amazonas	No se ha experimentado manejo acuacultural alguno, es la segunda especie en valor comercial.



Peces introducidos		
Tilapias, (<u>Oreochromis niloticus</u> <u>O. mossambicus</u>)	Litoral ecuatoriano, zona oriental y sierra	Fueron introducidas en 1974 por empresas privadas desde Brasil. Se han construido algunos estanques de tipo familiar y sirven para los programas de extensión. Las bondades técnicas son conocidas, pero no han sido difundidas. Se estima que existen unas 80 ha en la actualidad.
Carpa común (<u>Cyprinus carpio</u>), Carpa cabezona (<u>Aristichthys nobilis</u>), Carpa herbívora (<u>Ctenopharyngodon idella</u>)	Rancho Ronald (Prov. Pichincha). PREDESUR (Prov. Loja y Zamora)	Introducidas en 1.978 por PREDESUR. Existe una adaptación de su técnica acuacultural. Es probable que existen 20 ha en cultivos.
Crustáceos		
Guingara, Coca (<u>Macrobrachium</u> sp.)	Cuenca del Río Guayas, Chone, Prov. Manabí	Se ha iniciado de manera extensiva su cultivo en ciénagas a partir de hembras grávidas. No se tiene un manejo técnico conocido. Se calcula que existen unas 5 ha naturales.
Camarón Malayo (<u>M. rosenbergii</u>)	Prov. El Oro	Fue introducida por PREDESUR en 1.978. Sólo existen reportes de Kasaoka, que no tuvo éxito en su manejo. Pocos los ejemplares que viven actualmente.



a.2 Especies de aguas frías

<u>Peces</u>		
Trucha (<i>Salmo gairdneri</i>)	Cordillera de los Andes (lagos y ríos)	Representa el potencial pesquero para la zona. Se requiere alta tecnología. El estado ha tomado a su cargo el proyecto. Cerca de 300 ha cultivadas de manera extensiva en cuerpos de aguas naturales.

b) Especies de Agua Salobre:

<u>Peces</u>		
Lisa (<i>Mugil curema</i>)	Golfo de Guayaquil	Pez fitófago, con técnicas de cultivos conocidos, pero no se han implementado, invaden los estanques camaroneros. Se prioriza que puede ser un potencial pesquero para el consumo interno. No es posible cuantificar las hectáreas por que no se han constatado estanques para su cultivo exclusivo.
<u>Crustáceos</u>		
Camarón blanco (<i>P. vannamei</i>) (<i>P. stylirostris</i>)	Litoral Ecuatoriano (salitrales, manglares, tierras altas)	Este es el principal recurso para la acuicultura en Ecuador, representa un 60 % del total de exportaciones del sector pesquero. Existen cerca de 50.000 ha en producción y un 30 % más proyectadas con un promedio de 810 kg/ha/año de cola de camarón en su fase extensiva. El costo actual por hectárea es de 5.952 dólares EE.UU., y el monto alcanzado por exportación fue



		129.727.000 dólares EE.UU. con un total de 17.000 t para 1.982.
Cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)	Litoral Ecuatoriano especialmente en el estuario del río Guayas	Es comercializado en grandes cantidades. A manera extensiva se controla el recurso al ser capturados sólo los machos. El manglar y los bajos de sedimentos es su habitat, se calcula unas 2.000 ha disponibles
<u>Moluscos</u>		
Ostión (<i>Crassostrea columbiensis</i>) Mejillón (<i>Mytilus guyanensis</i>) Concha (<i>Anadara tuberculosa</i>)	Litoral Ecuatoriano en los estuarios principalmente	No son significativos en la actualidad en la comercialización por la destrucción paulatina de su habitat. Sólo mencionamos a manera de información para tomar medidas posteriores.

A continuación se presentan datos más específicos del Camarón y la Tilapia, por constituir los dos pilares de la acuicultura ecuatoriana:

Camarón

El cultivo de camarón se desarrolló principalmente en la región de la Costa, en donde confluyen importantes aspectos naturales que hacen de ésta un lugar excelente para el desarrollo de la acuicultura.

La actividad camaronera en el Ecuador tiene sus inicios en el año 1.968, en las cercanías de Santa Rosa, provincia de El Oro, cuando un grupo de empresarios locales dedicados a la agricultura empezaron la actividad al observar que en pequeños estanques cercanos a los



estuarios crecía el camarón. Para 1.974 ya se contaba con alrededor de 600 ha dedicadas al cultivo de este crustáceo.

La verdadera expansión de la industria camaronera comienza en la década de los 70 en las provincias de El Oro y Guayas, en donde la disponibilidad de salitrales y la abundancia de postlarvas en la zona, hicieron de esta actividad un negocio rentable.

Las áreas dedicadas a la producción camaronera se expandieron en forma sostenida hasta mediado de la década de los 90, donde no sólo aumentaron las empresas que invirtieron en los cultivos, sino que se crearon nuevas empacadoras, laboratorios de larvas y fábricas de alimento balanceado, así como una serie de industrias que producen insumos para la actividad acuícola.

Hasta 1998 (último año en que se tienen estadísticas sobre este tema) la Subsecretaría de Recursos Pesqueros registró 2.006 camaroneras, 312 laboratorios de larvas, 21 fábricas de alimento balanceado y 76 plantas procesadoras. Para 1.999 el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos por Sensores Remotos, CLIRSEN, determinó que 175.253,5 ha estaban ocupadas por la infraestructura camaronera.

A partir del 28 de mayo de 1.999 el cultivo de camarón fue afectado por el virus de la Mancha Blanca. La epidemia comenzó en la Provincia de Esmeraldas, expandiéndose muy pronto a las otras tres provincias costeras en donde se desarrolla la actividad. Este hecho afectó negativamente la producción con un grave impacto a la economía y reduciendo las plazas de trabajo.

En los actuales momentos es difícil precisar la cantidad de laboratorios y hectáreas que se encuentran en producción. En el Cuadro 1 aparece un resumen de la infraestructura que forma la capacidad productiva del sector acuícola según los últimos datos de la Cámara Nacional de Acuicultura. Se debe agregar al listado los servicios de apoyo que no forman parte directa del sector pesquero, como talleres varios; transporte para el comercio interno e internacional; proveedores de insumos; servicios básicos municipales o estatales; etc.

Laboratorios	90
Hectáreas cultivadas	100.000
Fábricas de Alimento Balanceado	14
Plantas procesadoras	26

Tabla 1.1: Infraestructura de sector acuícola.



Los sistemas que se presentan son los siguientes:

Sistema	Principales características
Extensivo	Bajas densidades: 10.000-15.000/ha
	No se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: 600 lb/ha/año
Semi-intensivo	Densidades medias: 15.000 – 120.000/ha
	Se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: 1.000-5.000 lb/ha/año
Intensivo*	Densidades altas: más de 120.000/ha
	Se alimenta con dietas formuladas
	Producción promedio: mayores a 5.000 lb/ha/año
	*Generalmente requieren de estanques pequeños, eventualmente recubiertos con liners y techados para un efecto invernadero

Tabla 1.2: Sistemas de cultivo para el camarón.

Tilapia

La acuicultura en el Ecuador se ha diversificado, el camarón es el producto principal de esta actividad, pero no el único. Una de las actividades acuícolas que ha presentado un gran crecimiento en los últimos años es el cultivo de la tilapia, incentivado especialmente por las miles de hectáreas de estanques camaroneros que fueron abandonados después del brote del Síndrome de Taura, patología que afectó alrededor de 14.000 ha de cultivos en la zona de Taura en la Provincia del Guayas. Esta infraestructura disponible facilitó la introducción del cultivo de la tilapia Roja como una alternativa en estas áreas, complementándose luego con el policultivo Tilapia-Camarón a partir de 1995. Actualmente existen cerca de 2 000 ha dedicadas al cultivo de tilapia

Los sistemas de cultivo son:



Sistema	Principales características
Extensivo	Estanques de tierra de 1.000-20.000 m ² . Los peces son sembrados en tallas de 1-5 g por un período de 6-12 meses
	Densidades bajas: 0,5-1,5/m ³
	No se alimenta con dietas formuladas
Semi-intensivo	Estanques de pre-engorde: 20 x 50 m
	Estanques de engorde: 25 x 200 m
	Se fertiliza y se alimenta con dietas formuladas
Intensivo*	Estanques de engorde de 500-1.000 m ²
	El cultivo de alevines se lo hace en forma semi-intensiva y cuando el animal alcanza 50 g son sembrados en los estanques intensivos de engorde
	Primera etapa: densidad-300/m ³
	Segunda etapa: densidad-100/m ³

Tabla 1.3: Sistemas de cultivo para la tilapia.

Aunque la producción de tilapia ecuatoriana se dirige a países de Europa y América, el 91 por ciento de las exportaciones se concentra en el mercado estadounidense, país en el cual las importaciones de tilapia ecuatoriana durante 2004 alcanzaron 10.400 toneladas. La tilapia es el tercer producto acuícola importado en los Estados Unidos después del camarón y el salmón del Atlántico.

El gráfico abajo muestra la producción acuícola total en Ecuador según las estadísticas FAO:

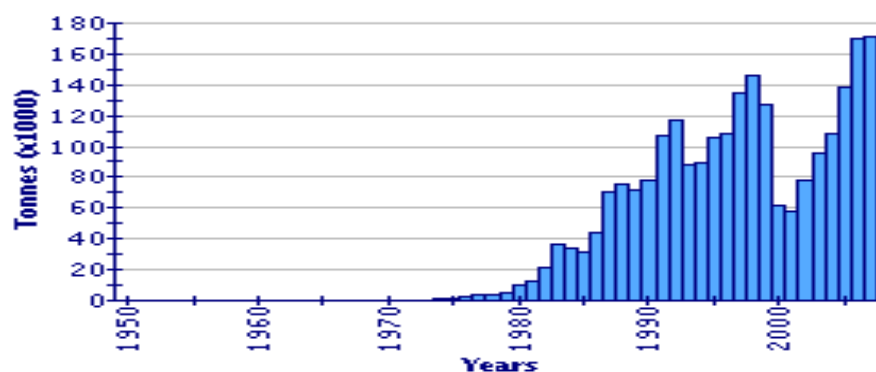


Tabla 1.4: Producción acuícola del Ecuador.



3.2 Mercado y comercio

Inicialmente las exportaciones de camarón ecuatoriano se destinaban casi exclusivamente a los Estados Unidos. El sector se propuso diversificar los mercados de destino y actualmente posee tres mercados perfectamente definidos: Estados Unidos, Europa y Oriente. Adicionalmente se está comercializando el camarón ecuatoriano en otros países de América, como Chile, Bolivia, Colombia y Uruguay.

El principal destino del camarón ecuatoriano en este primer semestre de 2.005 ha sido los Estados Unidos, país al cual se envió 55 por ciento del producto, seguido de Italia con el 15 por ciento y España con el 13 por ciento.

En el año 2.002, el 61 por ciento de las exportaciones nacionales de camarón tuvo como destino Estados Unidos, mientras que el 29 por ciento fue hacia la Unión Europea (UE) y el resto a otros mercados.

Las estadísticas se repitieron en 2.003 cuando los consumidores estadounidenses compraron el 63 por ciento de estas exportaciones, y los de la UE solo el 31 por ciento.

Por tradición, el mercado de Estados Unidos ha sido el primer destino de este producto, pero la tendencia en los últimos dos años está cambiando.

Comparando los porcentajes de la distribución de mercados de mayo de 2.005 con las del mismo mes en años anteriores, se puede apreciar como el mercado europeo se va posesionando como un mercado tan importante como el de los Estados Unidos.

La producción acuícola del país, casi en su totalidad, es exportada, no existe un mercado local que sea abastecido por la actividad acuícola. La contribución de la acuicultura en mitigar la pobreza en el país está directamente relacionada con la generación de empleo para los estratos económicos más bajos.

El mayor porcentaje de grupos camaroneros y tilapieros son manejados por grupos de mediano y alto poder económico.



4. Estudios preliminares:

4.1 Elección de la especie:

El sector acuícola del Ecuador ha sido históricamente dependiente para su producción, del monocultivo a gran escala de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en estanques excavados en tierra (granjas camaroneras), especie que ha dominado mayoritariamente la producción acuícola del país, y como resultado de esta falta de diversificación se ha soportado varias crisis por enfermedades o síndromes que afectaron al camarón (Gaviotas, Taura, IHNV, Mancha Blanca), dando como resultado una caída drástica en las exportaciones y la consiguiente pérdida de ingresos al país.

En el caso de los peces marinos, existen varias especies en el país que son interesantes bajo el punto de vista del cultivo, por cuanto ya existe en algunos países trabajos con especies de los mismos géneros y que han podido ser domesticadas (cerrado su ciclo en cautiverio) y posteriormente incorporadas a la producción acuícola por diversos métodos. En el caso del desarrollo de maricultura en aguas costeras de Ecuador, se espera que el poder cultivar y exportar especies que obtienen precios atractivos en el mercado extranjero traiga varios beneficios tales como la diversificación del sector acuícola, en especial para poder ofrecer alternativas de cultivo para que no se repitan escenarios en los que quedó inactivo gran parte del mismo como resultado del ataque de la enfermedad de la mancha blanca del camarón, con la consiguiente pérdida de mano de obra debido a la crisis del camarón.

De modo similar, es factible hacer cultivos con especies que no obtienen valores de venta comercial, pero que son aprovechables para proyectos en que se busca alimentación barata con alto nivel de proteínas para la población en general. Igualmente, en el país se han realizado pruebas con especies del grupo de moluscos, especialmente con el cultivo de la ostra japonesa, que obtiene crecimientos satisfactorios al ser cultivadas en sistemas sumergidos ("long lines") y con scallops nativos, que son de tamaño pequeño en comparación con los scallops de Chile o Perú y que se demoran entre 8 y 10 meses en obtener su tamaño máximo que sería también la talla comercial. En este mismo sentido, las macroalgas es una actividad de muy bajo nivel de inversión, viable para las comunidades costeras como fuente de ingresos adicional, considerando siempre el mercado de sus productos y sus derivados, sobre todo los BIOCOMBUSTIBLES.

A continuación se hace una presentación de algunas de las especies en estudio y que técnicamente es posible adaptarlas a un sistema de cultivo en jaulas de mar abierto.:



Huayaibe (*Seriola rivoliana*)

En Ecuador existen cuatro especies del género *Seriola*, con la denominación común de huayaibe. Entre ellas, la más conveniente para cultivo es el huayaibe blanco, o *Seriola rivoliana*. El huayaibe es un pez teleósteo carnívoro pelágico que obedece el orden de cardumen en cautiverio (patrón típico de los carangídeos), por lo cual puede ser mantenido sin problemas en jaulas; además acepta alimento suministrado en cautiverio sea éste fresco (pesca blanca entera o en trozos) o pelet tipo Oregon (semihúmedo) e incluso pellet seco (como el que se fabrica para alimentar truchas), a pesar de que se alimenta de peces en su medio natural. En sistemas intensivos de cultivo en jaulas en mar abierto usualmente se llega a densidades que se encuentran alrededor de los 25 kilogramos de biomasa final por tonelada de agua.

Ventajas y desventajas.

El huayaibe es un animal de aguas abiertas, encontrado a lo largo de la zona litoral del Ecuador y en la zona insular. Entre las ventajas que ofrece esta especie podemos mencionar el que es una especie nativa, lo cual indica que habría reproductores disponibles para su captura y traslado al laboratorio. Aceptación en mercados internacionales, especialmente el mercado japonés y americano, en los cuales se comercializan algunas especies del género *Seriola*, obteniendo buenos precios de venta, muy competitivos en relación a otras especies de peces. Reproducción en laboratorio ya es posible, según se conoce por experiencias anteriores de diferentes compañías que han trabajado con esta especie y cuyos resultados se encuentran publicados. El conocimiento de la técnica de reproducción e inducción al desove nos indica que puede aplicarse al huayaibe las tecnologías de cría en laboratorio desarrolladas antes para otras especies de peces, con pocas modificaciones. Otra de las ventajas que tiene esta especie es su crecimiento relativamente rápido, en comparación a otros peces marinos. Según publicaciones de los resultados obtenidos en las experiencias anteriores con huayaibe, se puede obtener alrededor de kilo a kilo y medio en seis a ocho meses de cultivo, trabajando con jaulas. Según datos provenientes de Japón, el yellowtail nativo se siembra en jaulas cuando tiene una talla de entre 5 y 10 cm. y luego de un año puede alcanzar un kilogramo de peso; al sembrar el sistema de jaulas en mayo, en octubre alcanzan alrededor de 600 a 700 gramos (6 meses) pero luego su crecimiento baja debido a la temporada invernal. En la especie nativa de huayaibe, de mantenerse tasas de crecimiento aproximadas a las del yellowtail japonés, sería posible obtener peces de mayor tamaño en el mismo tiempo debido a las características del clima en Ecuador, el cual nos da temperaturas que no fluctúan exageradamente a través del año.



Pámpano (Palometa, permit, Trachinotus spp.)

El pámpano, al igual que el huayaípe, por ser una especie procedente del grupo de los carangídeos, presenta buenas condiciones para ser sometido a cultivo intensivo en jaulas en mar abierto, a pesar de que es usual encontrar algunas especies de pámpano en zonas estuarinas, lo que indicaría que este pez pudiera cultivarse también en estanques de tierra. Este pez es un carnívoro de aguas cálidas. En la zona de América el pámpano más importante comercialmente es *Trachinotus carolinus*, en el Golfo de México y en el Atlántico y *Trachinotus falcatus*, en el Golfo de México. Según la literatura foránea obtenida es posible obtener reproductores capturados en el medio natural, acondicionarlos con temperaturas entre 23 y 25 grados centígrados y obtener inducción al desove por medio de inyecciones de HCG en dosis de 500 UI/Kg. cada 1 o 2 días en la temporada, lo cual puede facilitarse con el uso de implantes de análogos de GnRH (LHRHa). Para poder inducir los oocitos deben tener una medida de entre 500 a 600 micras. Según la literatura, la tasa de fertilización utilizando cualquiera de los dos métodos (seco o húmedo) bordea el 70%.

Ventajas y desventajas

El pámpano nativo tiene las siguientes ventajas: es un pez de amplio rango de aceptación de alimentos. Por observaciones realizadas sobre varios ejemplares en periodos cortos de cautiverio se ha determinado que el pámpano nativo puede ser alimentado con pesca blanca fresca o mantenida en congelación, al igual que con alimento balanceado seco o también con pelet semihúmedo. El engorde de estos animales puede hacerse en jaulas y posiblemente en estanques excavados. En jaulas se puede sembrar a una densidad alta de 600 peces por tonelada de agua. El crecimiento de estos animales es rápido; al haber mantenido algunas ocasiones animales de este tipo en cultivo en tanques de cultivo ubicados en áreas exteriores, se puede afirmar que es un pez con una tasa de crecimiento muy rápida, aunque ésta no ha sido determinada experimentalmente sino en base a observaciones diarias. Como inconvenientes tenemos el hecho de no conocer aspectos básicos de la biología del animal, tales como épocas de reproducción, diferenciación taxonómica de las especies nativas, etc. Publicaciones internacionales dan cuenta de la dificultad de lograr reproducción en cautiverio de estos animales, principalmente por la poca captura de reproductores. Otro aspecto a considerar es que el animal es de crecimiento rápido y de alimentación carnívora, por lo que puede haber tendencia al canibalismo, especialmente en la época del cultivo larvario o en etapa de juvenil.



Pargo (*Lutjanus* spp)

Este pez (Perciformes, Lutjanidae) se encuentra presente en aguas costeras de todo el país, bajo las siguientes especies reportadas: *Lutjanus guttatus* (pargo de altura), *L. argentiventris* (pargo dentón, pargo blanco), *L. colorado* (pargo), *L. novemfasciatus* (pargo mulato, pargo negro, Pacific dog snapper), *L. aratus* (pargo), *L. jordani* (pargo) y *L. peruvianus* (pargo peruano). Un estudio llevado a cabo sobre los hábitos alimentarios del *L. colorado* en Costa Rica lo define como una especie demersal tropical que muy a menudo se encuentra en proximidades de arrecifes; presentando un amplio espectro alimentario, caracterizado principalmente por una gran diversidad de peces (16 especies) y crustáceos (14 especies), aunque también en forma ocasional consume moluscos, anélidos e inclusive materia vegetal (*Rhizophora mangle*), mostrando gran afinidad por crustáceos. Otro estudio, también proveniente de Costa Rica, en la especie *L. guttatus* afirma que este pez presenta un proceso vitelogénico asincrónico con desoves parciales. El diámetro promedio de los huevos se encontró alrededor de los 450 a 500 micras. También encontraron especímenes de ambos sexos con gónadas en estados III y IV casi todo el año, lo que indica que *L. guttatus* tiene un período reproductivo prolongado. En ambos sexos se presenta un primer máximo de desove en el mes de abril; en julio, el aumento de los individuos en estado III anuncia que el segundo período de desove inicia en agosto, prolongándose hasta noviembre con un máximo de desoves en octubre. El pargo *L. guttatus* tiene sexos separados (no tiene características de hermafroditismo protándrico o protogino como algunas especies de peces de arrecife), y no es posible diferenciar los machos de las hembras por morfología externa ni por la coloración. Los sexos sólo pueden diferenciarse mediante inspección gonadal ya que la forma, el tamaño, la textura y el color de las gónadas son distintos. Esta especie combina una madurez gonadal temprana con períodos reproductivos largos, alta fecundidad y la producción de huevos de pequeño diámetro, lo cual puede ser un factor ventajoso con respecto a otras especies de lutjánidos.

El pargo es un pez de carne blanca, muy atractivo al consumidor por su coloración rojo intensa. Este pez ya tiene historial de reproducciones inducidas en algunas partes del mundo, entre ellas Mississippi (EEUU), Costa Rica y Australia. En Ecuador, fue CINCO S.A. (San Pablo) quien ha hecho los primeros intentos con esta especie, logrando capturar y acondicionar reproductores de *Lutjanus guttatus*, realizando muestreos periódicos del estado de desarrollo gonadal y finalmente induciendo a desove mediante el uso de hormonas.

Ventajas y desventajas

Esta especie tiene carne blanca y considerada de buen sabor en los mercados locales y también en algunos mercados externos. Una de sus características que atraen al mercado es la coloración roja intensa de la piel, lo cual da atractivo comercial al animal. Entre las desventajas de esta especie está su tasa de crecimiento, reportado como lento para algunas especies de



lutjánidos, por lo que es necesario revisar muchos documentos científicos sobre el cultivo para poder determinar cuál de las especies es la que mejor tasa de crecimiento presenta. La especie de pargo del Golfo de México (*Lutjanus campechanus*) puede llegar hasta las 30 libras de peso, obteniendo madurez sexual a los dos años de edad. La literatura descriptiva sobre elementos de la biología, reproducción, taxonomía, etc., es escasa, aunque en tiempos actuales hay ya algunos estudios hechos de cultivo, sobre todo procedentes de Costa Rica.

Lisa (*Mugil spp.*)

Las lisas constituyen un grupo de peces marinos que pueden penetrar en los estuarios y cursos inferiores de ríos. Es muy adaptable a aguas salobres y algunas especies hasta el agua dulce. Este tipo de peces ha sido criado exitosamente en oriente (China, Japón, Filipinas, Hong Kong, India) y también en Israel e Italia.

Las lisas jóvenes (hasta los 35 a 40 mm) se alimentan de los organismos del plancton, crustáceos microscópicos, etc. Más adelante, cambian sus hábitos de alimentación, prefiriendo microalgas y elementos detritivos. Las diatomeas son parte importante de la dieta de estos peces. Por ejemplo, *Mugil cephalus* en etapa juvenil presenta muchas diatomeas en su contenido estomacal, mientras que con edades avanzadas se encuentra más material de detrito, lo que hace suponer que este pez en etapa adulta se alimenta más de la materia orgánica que encuentra en el fondo de los estanques y relativamente poco de lo que hay en la columna de agua. Las especies registradas para las aguas ecuatorianas son *Mugil cephalus* (lisa, lisa gris, lisa común, mugil común), *Mugil curema* (lisa) y *Mugil hospes* (lisa blanca), algunas de las cuales llegan a medir alrededor de 50 o 60 cm de longitud total.

Ventajas y desventajas

La principal ventaja de esta especie es que se trata de un animal consumidor de fitoplancton o de material de detrito (materia orgánica) del bentos, alimentándose en un bajo nivel trófico, y por consiguiente pudiendo aliviar los costos de producción en cuanto al rubro de alimento, a pesar de que hay referencias de que pueden aceptar cierto tipo de alimentos comprimidos (pellets) o harinas de alta proteína. No aceptan granos de cereales como alimento. Además existe bastante literatura foránea disponible referente a varios tópicos como reproducción y larvicultura. Este pez tiene un mercado local establecido, puesto que goza de gran aceptación en cuanto a consumo a nivel regional (costa).

Como desventajas podemos citar que no existe en nuestro país registro de experimentos realizados en cuanto a maduración e inducción al desove. La bibliografía se remite en su mayoría a identificaciones taxonómicas. También se conoce que el mugil gris o lisa común, nativa a aguas ecuatorianas y la especie principal de lisas, es muy delicada al manejo y al



transporte en sus etapas juveniles, teniendo una de sus principales dificultades en la pérdida de la capa mucosa protectora que tiene en la piel, haciéndola propensa a infecciones bacterianas y micóticas. También se conoce que esta especie no tolera muy bien las aguas con altas concentraciones de sólidos suspendidos (lodos), en especial a altas temperaturas (alrededor de los treinta grados centígrados). Se estima que el precio para comercialización sería bajo por ser un animal no carnívoro, seguramente su precio se colocaría cercano o levemente superior al rango de precios de animales como las tilapias

Corvina:

La corvina pertenece a la familia de Sciaenidae, que se encuentran en aguas templadas y tropicales. Normalmente se encuentran en aguas someras y estuarios, habitando desde la franja litoral hasta profundidades de 200 m en fondos arenosos, fangosos y, en algunos casos, rocosos. Se ha llevado a cabo su cría de forma exitosa en diferentes lugares del mundo como son España y Francia, donde ya se ha cerrado por completo el ciclo de cría y reproducción.

Son peces carnívoros y especialmente voraces que se alimenta de poliquetos, crustáceos, equinodermos y moluscos, además de otras especies de peces mas pequeños (clupeidos, mugílidos). Toleran con facilidad grandes cambios tanto de temperatura como de salinidad, lo que facilita su desarrollo en escenarios muy distintos.

Ventajas y desventajas

Se trata de un animal con gran aceptación tanto en el mercado interior de Ecuador como en el mercado internacional, y por lo tanto es susceptible de ser exportado a diferentes lugares del mundo. Es considerado además, una buena fuente de proteínas por poseer una carne casi magra con un bajo porcentaje en grasas y gran poder nutritivo.

Su ciclo ha sido desarrollado en diferentes lugares obteniendo resultados muy exitosos, tanto a la hora de reproducción en cautividad como en el posterior engorde del animal, lo que crea un buen precedente para el desarrollo de la maricultura del mismo.

Como inconveniente principal se destaca el hecho de que en Ecuador no se han llevado a cabo estudios específicos con esta especie, por lo que no existen en el país instalaciones de hatchery ni centros de reproducción, lo que implicaría la necesidad de importar los alevines.

En función de las características del país y su estudio de mercado, se han barajado dos opciones principalmente, que son la Corvina y el Pulpo. A continua se presentan las características biológicas de cada una de ellas.



4.2. Pulpo

4.2.1 Estudio biológico:

El pulpo (*Octopus vulgaris*) tiene un cuerpo grande y musculoso, manto piriforme. Los brazos generalmente desiguales, son moderadamente largos, presenta de 3,5 a 4,5 veces el largo del cuerpo. Ventosas de tamaño moderado, dos filas bien separadas por cada brazo, con 1 a 3 ventosas agrandadas en los pares de brazos 2 y 3 en machos y hembras. Dos grandes ocelos (casi imperceptibles en el animal relajado) ubicados por debajo de los ojos entre el segundo y tercer par de brazos. Estos consisten en un punto oscuro central, cercado con un anillo interior pálido y un anillo exterior oscuro.

En invierno los pulpos comienzan a acercarse a la costa para realizar la reproducción, permaneciendo en el litoral hasta la primavera, que es cuando tienen lugar las grandes concentraciones de ellos en las que la gente aprovecha para pescar. La fecundación se realiza dentro de la cavidad paleal de la hembra, en la que introduce los espermatóforos el macho, valiéndose del brazo hectocótilo. Los huevos son depositados por la hembra, fijos a las piedras y a las rugosidades de las rocas, envueltos en unas cápsulas ovaladas y formando haces. El desarrollo es directo, por lo que al nacer el pulpillo tiene la misma forma que el adulto, pero sólo con 3 mm de longitud. El ritmo de crecimiento es muy rápido durante las primeras fases del mismo. En el primer mes, los pulpilllos llevan una vida pelágica. Pasado este tiempo miden 4 ó 5 cm. y dejan la vida natatoria comenzando la bentónica. Alcanzan la madurez sexual antes del año de edad.

El pulpo se encuentra en hábitats rocosos, en madrigueras excavadas en la arena, bajo las rocas y en grietas y agujeros desde aguas someras hasta máximo los 50m de profundidad. Tiene un gran poder mimético que le permite defenderse de sus enemigos hasta el extremo de confundirse con las piedras que lo rodean. En la búsqueda de posibles presas generalmente se observa en la zona intermareal, en charcas y pozas cuando baja la marea. Es un predador oportunista, se alimenta principalmente de crustáceos, moluscos y pequeños peces bentónicos.

El pulpo es una especie bastante eurihalina, es decir, soporta un amplio rango de salinidad (32-44‰) pero no tolera variaciones bruscas de la misma, sobre todo los descensos acusados. En cuanto a la temperatura, aparecen desde los 6 hasta los 33°C, aunque lo normal es encontrarlos a temperaturas entre los 10 y los 30°C, teniendo un óptimo a 16-17°C.

El pulpo reúne unas características que lo sitúan como candidato al cultivo comercial: se adapta fácilmente a la cautividad, tiene unas tasas de crecimiento y reproducción muy altas (Nixon, 1.969; Mangold, 1.983), acepta alimento congelado, y posee un alto precio de mercado. El verdadero cuello de botella que impide, de momento, el cultivo integral de la especie es el cultivo de paralarvas. Las paralarvas son planctónicas las primeras semanas de



vida. Al nacer miden 3 mm de longitud total y necesitan como dieta organismos vivos que cubran las necesidades nutricionales de esa etapa. En el medio natural, durante esta fase se alimentan de zoeas de crustáceos. Posteriormente, en su nuevo hábitat bentónico, su alimentación es más variada. Actualmente el cultivo de paralarvas no está desarrollado lo suficiente como para obtener unas tasa de mortalidad aceptable. Por este motivo se opta por la captura de especies salvajes de pequeño tamaño para su posterior engorde.

El crecimiento de estos animales varía dependiendo del sexo. Las tasas de crecimiento de los machos resultan ser significativamente más altas que las de las hembras.

4.2.2 Estudio del mercado:

Los cefalópodos son una clase de moluscos que constituyen una parte importante de los recursos marinos aptos para el consumo humano. Su importancia se debe al alto rendimiento de su parte comestible (60-80% de su peso total) en relación a la de otros animales marinos explotados (peces 40-70%) y a su alto contenido en agua y proteínas. Además, poseen otras sustancias de interés como son la quitina y el quitoxan, presentes en las partes duras que se usan en las industrias farmacéuticas, cosméticas y alimenticias.

De las 700 especies de cefalópodos conocidas sólo 175 tienen importancia comercial actual o potencial, de ellas sólo un tercio soportan pesquería directa. El 70% de las pesquerías corresponden a cuatro familias: sepiidae (13%), loliginidae y ommastrephidae (72%) y octopodidae (15%).

El interés comercial de los cefalópodos se ha incrementado en los últimos años debido a la fuerte demanda de países con un gran consumo de los mismos, principalmente, Japón y España. En comparación con el resto de mariscos, el pulpo, es un alimento poco calórico y con bajo contenido en colesterol. Tiene un alto contenido en proteínas y un bajo contenido en lípidos (3%).

Contiene nutrientes esenciales como el calcio, el hierro o el fósforo. Además posee gran cantidad de vitaminas como son la A, B3, B, B2, C y D. Por último hay que destacar su excelente sabor debido a su alimentación. Todas estas características hacen del pulpo un gran producto con buena perspectiva de mercado.

A continuación se detallan los valores nutricionales que presenta una ración de 100 gramos:



Energía:	39,9 Kcal
Colesterol:	133 mg
Sodio:	119 mg
Fósforo:	140 mg
Potasio:	140 mg
Proteínas:	7,42 mg
Calcio:	100,8 mg
Hierro:	1,19 mg

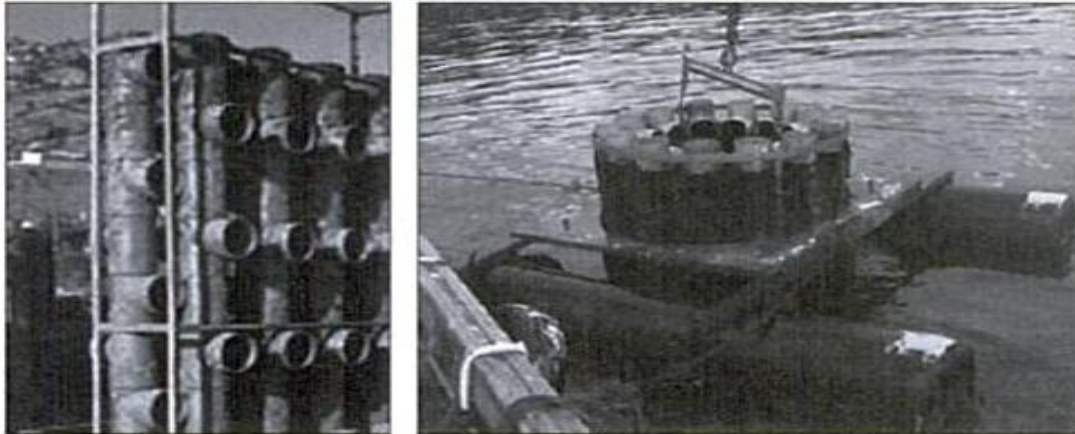
Tabla 1.4: Valores nutricionales del pulpo para una ración de 100 gramos.

Debido a todas estas características de calidad de carne, exquisito sabor y alto precio de mercado, junto con su rápido crecimiento, elevada fecundidad y su adaptabilidad a las condiciones de cautividad, el pulpo destaca dentro de las posibles especies a cultivar.

4.2.3 .Estudio del estado del arte:

El Dr. Manuel Rey Méndez, de la Universidad de Santiago de Compostela y su equipo, llevó a cabo una experiencia de engorde en jaulas flotantes en la Ría de Muros. Utilizando como alimento peces congelados tales como sardina (*Sardina pilchardus*), jurel (*Trachurus trachurus*), lirio (*Micromesistius poutassou*), boga (*Boops boops*), caballa (*Scomber scombrus*) y moluscos (*Mytilus* sp.) en la que se obtuvieron tasas de crecimiento de 0,3 a 0,8 kg /mes, y una mortalidad del 5,7 % (Rama-Villar et al., 1.997).

El esquema general de explotación de una empresa de las que están en funcionamiento consiste en jaulas cilíndricas o cuadradas con capacidad para 150 pulpos. Dentro de las jaulas deben disponerse guaridas individuales, las cuales suelen ser tubos de PVC en forma de T situadas en las paredes o en el centro. Estos tubos se colocan en columnas y se anclan en dos laterales opuestos de la jaula para permitir la circulación del agua. Estas jaulas pueden ser unidades individuales con sistema de flotación propio o disponerse en una plataforma flotante común. El proceso de engorde tiene una duración de 4 meses y se pueden realizar durante el año tres ciclos de engorde hasta tamaño comercial (2,5 - 3kg) por lo que una empresa con 25 jaulas puede engordar unos 11.000 pulpos al año.



Fuente: Web del Instituto del Mar de Perú.

Figura 1.5: Jaulas de engorde rectangular y cilíndricas para pulpo.

Respecto a la reproducción y cultivo de paralarvas, se ha de avanzar más en la investigación para de esta forma poder llegar a cerrar el ciclo de cultivo y no depender de la captura de juveniles del medio natural.

Para obtener unos resultados óptimos en el engorde del pulpo se deben seguir las siguientes pautas:

- La estabulación debe realizarse por tamaños semejantes.
- La densidad inicial no debe ser superior a 10 kg/m^3 .
- Se debe realizar la separación de machos y hembras.
- Se recomienda utilizar guaridas artificiales en número igual al de pulpos estabulados.

Bajo estas condiciones no se observan problemas importantes de canibalismo ni de competencia por el alimento. Teniendo en cuenta que la alimentación se basa en crustáceos y peces de bajo valor comercial y que partiendo de ejemplares de 750 gr (peso mínimo legal de captura en Galicia) se alcanzan pesos de 2-2,5 kg en un periodo de tres a cuatro meses con una tasa de mortalidad que no supera el 10-15%, podemos concluir que el engorde de esta especie es muy interesante desde el punto de vista de su aplicación industrial.

Uno de los grandes problemas que se presentan actualmente para poder llevar acabo el engorde de pulpo en jaulas es la escasez de juveniles que existe en el medio natural. Además, hay que tener en cuenta que muchas empresas de engorde del pulpo dependen de que la flota de bajura le aporte la materia prima, ya que, en general, no disponen de embarcaciones propias. Esto supone otro problema ya que este colectivo suele ver a las empresas de acuicultura como una fuente de competencia, por ello son reacios a venderles su captura, lo



que agrava más los problemas de abastecimiento existentes. Estos problemas pueden llevar a tener parte de las instalaciones vacías en algunas épocas del año.

Otro problema es la elevada mortalidad debido a la baja tolerancia del pulpo a descensos bruscos de salinidad. En épocas en que las precipitaciones son intensas se puede llegar a perder el 100% de los individuos, aunque en general, no se superan tasas de mortalidad del 15 - 20%.

4.3 Corvina: *Sciaenops Ocellatus*

4.3.1 Estudio biológico:

Ya se han realizado pruebas de cultivo a nivel experimental en Ecuador en 2.003, por eso se ha elegido este tipo de corvina.

A continuación veremos otros nombres en diferentes idiomas:

Especie	En Español	En Ingles
<i>Sciaenops ocellatus</i>	Corvinón Ocelado	Red drum

➤ Biología de los Esciénidos:

La familia Sciaenidae incluye alrededor de 70 géneros y 270 especies que se distribuyen en regiones templadas y tropicales del mundo. A los miembros de esta familia se les llama comúnmente tambores o roncadors, nombre que proviene de los sonidos que estos peces producen al usar su desarrollada vejiga natatoria como cámara de resonancia, gracias a las vibraciones de unos músculos especiales insertados en sus paredes, lo que permite localizar bancos de corvina a grandes distancias.

Los Esciénidos son especies euritermas y eurihalinas que resisten cambios bruscos de temperatura desde 2 a 38 °C y de salinidad desde 5 a 39 ‰, facultad que les permite penetrar en desembocaduras de ríos y lagunas en los estuarios, donde realizan la puesta. Normalmente se encuentran en aguas someras y estuarios, habitando desde la franja litoral hasta profundidades de 250-350 m en fondos arenosos, fangosos y, en algunos casos, rocosos. Durante su etapa juvenil exploran distintos tipos de hábitats, situación que se mantiene hasta alcanzar el estado adulto. De este modo se localizan en el Indo-Pacífico, el Caribe y las aguas templadas de los océanos Atlántico y Pacífico; en lagos de la cuenca amazónica y en el Mediterráneo.

Especie	T mínima	T óptima	T máxima
S. ocellatus	2°C	25°C	38°C

➤ Morfología:

Cuerpo alargado, con lomo ligeramente arqueado y cabeza en declive. Coloración café cobrizo o rojizo, pero con el vientre blanquizco. Hocico chato con boca grande inferior, conteniendo bandas de dientes viliformes. Sin barbillas, que distingue a esta especie de la cercana corvina (*Pogonias cromis*). Dos aletas dorsales, la primera con diez espinas rígidas y la segunda con una espina rígida y múltiples rayos blandos (24). Aleta caudal ligeramente cóncava con uno o más cromatóforos negros sobre línea lateral. Durante la temporada de desove, los machos producen el característico tamborileo nasal al frotar músculos especializados contra la vejiga natatoria.



Figura 1.6: Aspecto de la corvina

➤ Distribución, hábitat y alimentación:

Suele encontrarse en profundidades de 15 a 200 m. Es una especie gregaria, desplazándose en pequeños grupos.

Es un pez de hábitos nocturnos, merodeadores de bancos de sardinas y mugilidos, que constituyen la parte esencial de su dieta. En época reproductiva, entre abril y junio, cambian su comportamiento y se reúnen en grandes grupos para desovar. Las puestas tienen lugar en la franja costera o cerca de estuarios. Los juveniles exploran generalmente diferentes hábitats hasta que llegan a adultos y alcanzan la madurez sexual (entre 4 y 5 años de edad), con un peso de 8 kg.

Se alimenta de poliquetos, crustáceos, equinodermos y moluscos, además de otras especies de peces más pequeños (clupeidos, mugilidos). Los individuos reducen su actividad

alimenticia a temperaturas inferiores a 13-15 °C y tienen sus tasas máximas de ingesta y crecimiento en verano.

➤ **Principales Países productores:**



Figura 1.7: Distribución geográfica de la corvina

➤ **Reproducción:**

Época de puesta:

Especie	Estación de Puesta	Meses de puesta
S. ocellatus	Verano- Otoño	Agosto - Diciembre

Talla y edad de madurez sexual:

Especie	Madurez (años)	Madurez (talla)	Edad máxima	Long y peso Máximos
S. ocellatus	3 - 6	60-75 cm 3kg	40	160cm 41 kg

La única especie con puestas espontaneas en cautividad es el corvinón ocelado (S. ocellatus).

La inducción de la puesta de los Esciénidos empieza por su estabulación en tanques entre 4.000 y 40.000 litros en circuito abierto (FAS) o cerrado (RAS), alimentados de productos

frescos (pescados, cefalópodos, etc.) o pienso comercial con una frecuencia de 3 a 6 veces por semana.

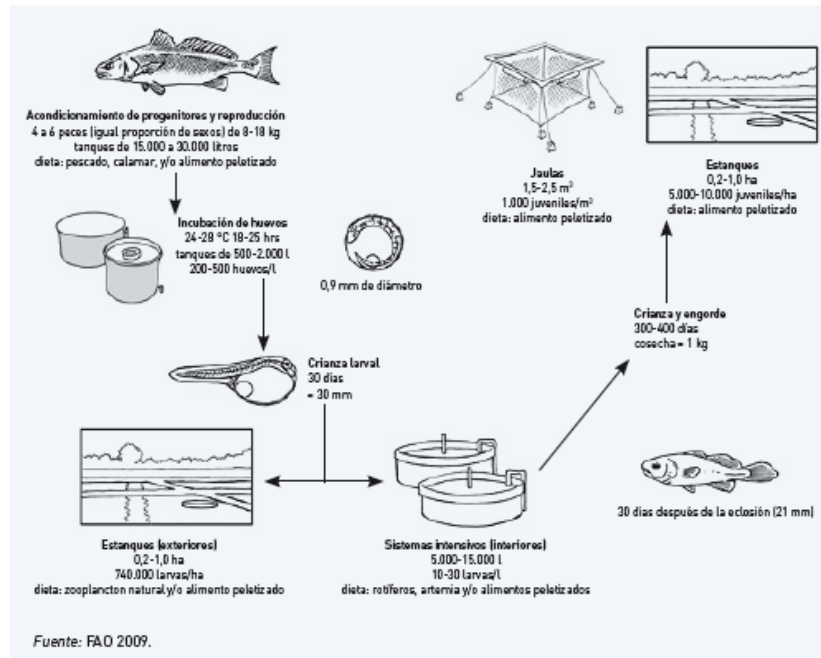


Figura 1.8: Ciclo de la corvina

➤ Acuicultura:

Los Esciénidos durante la fase de preengorde en circuito cerrado (RAS) alcanzan los 40-50 gramos a los 2-3 meses de crianza con Tasas Diarias de Crecimiento (SGR) del 3 %/día con supervivencias que oscilan entre 60 y 100 %.

Para alcanzar la talla comercial (800-1.000 gramos), los Esciénidos solo necesitan un año, cuando las temperaturas son las óptimas para su crecimiento. Las necesidades de oxígeno no suelen ser muy altas, del orden de 73 mg/kg/h

En el corvinón ocelado se recomienda separar las larvas más grandes (caníbales, más pigmentadas y claras) de las más pequeñas (presas, menos pigmentadas y oscuras) para evitar el canibalismo. El intervalo óptimo para el preengorde de la corvina está entre 24 – 25°C



➤ **Engorde:**

Cultivo en jaulas

Para el cultivo se utiliza una amplia gama y dimensiones de jaulas para peces marinos. En China, las jaulas se construyen con bolsas de maya flexible, adheridas a marcos rígidos, generalmente de entre 1,5-2,5 m³. Los alevines de corvinón ocelado (0,2 g) se estabulan en densidades de 1.000 crías/m³. Al crecer los peces, pueden trasladarse a jaulas mayores disminuyendo su densidad hasta 400 crías/m³. El canibalismo es un problema frecuente, por lo que los peces se seleccionan por talla regularmente para disminuir la mortalidad. La talla comercial (1 kg) normalmente se alcanza en un plazo de un año.

Al tratarse de una especie eurihalina, permite su adaptación a ambientes muy diversos, incluso de bajas salinidades.

En jaulas, la corvina puede cosecharse mediante el uso de redes cuchara tras concentrar a los peces al levantar levemente el fondo de la red o alternativamente sacando totalmente la red del agua.

➤ **Enfermedades y medidas de control:**

En algunos casos se han empleado para el tratamiento de enfermedades antibióticos y otros productos farmacéuticos, pero su inclusión en la siguiente tabla no implica una recomendación de la FAO.

ENFERMEDAD	AGENTE	TIPO	SÍNDROME	MEDIDAS
Necrosis nerviosa viral	Nodavirus	Virus	Nado errático (en espiral y remolino); necrosis neuronal; inflamación de vejiga natatoria; coloración obscurecida; pérdida de apetito	No se conoce tratamiento; desinfección de sistemas de cultivo entre camadas (tratamiento UV del agua de cultivo, ozonificación; clorinación de materiales); eliminación de peces enfermos
Enteromyxosis (myxidiosis)	Myxidium leei	Endoparásito mixosporidio	Esporas en mucosa de tracto digestivo; inflamación de	No se conoce



			tracto digestivo; decoloración; pérdida de escamas; úlceras en piel	tratamiento; desinfección de sistemas de cultivo; eliminación de peces enfermos
Lymphocystis	Iridovirus	Virus	Piel, escamas y ocasionalmente branquias con fibroblastos dérmicos blancos o rojizos (similares a coliflores).	No se conoce tratamiento; desinfección de sistemas de cultivo; cuarentena de peces – ocasionalmente los peces se recuperan por sí mismos; minimizar densidades
Crustáceos ectoparásitos (pulga del pez)	Copépodos; isópodos; branchiuros	Parásitos externos	Pequeños crustáceos adheridos a branquias, boca y piel; úlceras en piel	Inmersión en agua dulce (5-15 min); inmersión en formalina (30 min, 2-4 ml formalina en 10 litros) – no aprobado para peces comestibles
Vibriosis (infección bacteriana sistémica)	Vibrio sp.	Bacteriana	Abdomen inflamado; úlceras en piel; hemorragias en cuerpo; ojos prominentes; letargo; lesiones internas	Suministro de antibacterianos por vía del agua o alimentos; remoción y tratamiento de peces enfermos; desinfección de sistemas de cultivo; reducción del estrés
Infección bacteriana sistémica	Streptococcus iniae	Bacteriana	Úlceras en piel; septicemia; ojos prominentes; hemorragias en cuerpo; coloración oscurecida	Suministro de antibacterianos por vía del agua o alimentos; remoción y tratamiento de peces enfermos; desinfección de sistemas de cultivo; reducción de estrés
Amyloodiniosis	Amyloodinium	Dinoflagelados	Trophont	Inmersión en agua fresca



(enfermedad de terciopelo marino)	ocellatum		(aparece como pequeñas manchas blancas) en la piel, aletas y/o branquias; debilidad; anorexia; comezón	(5-15 min); drenado del tanque (al menos 6 volúmenes del tanque por día); filtración (microfiltro, tambor/filtro de cuentas); sulfato de cobre - no aprobado para peces comestibles; inmersión en formalina (30 min, 2-4 ml formalina en 10 litros) - no aprobado para peces comestibles
Cryptocaryonosis (enfermedad de mancha blanca/ich marino)	Cryptocaryon irritans	Parásito externo protozoario	Escarificación blanca de la piel; dificultad respiratoria; comezón; escamado de la piel; apetito reducido	Reducción de salinidad ($\leq 16\text{‰}$ por ~ 14 días, $\leq 10\text{‰}$ por 3 horas); baja temperatura $< 19\text{ °C}$; sulfato de cobre- no aprobado para peces comestibles; inmersión en formalina (30 min, 2-4 ml formalina en 10 litros) - no aprobado para peces comestibles

Tabla 1.5: Enfermedades y medidas de control

Generalmente las agencias gubernamentales, empresas privadas e instituciones educativas ofrecen servicios relacionados al diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan a los organismos acuáticos. Se puede obtener ayuda para localizar servicios de diagnóstico, mediante contacto con autoridades locales responsables de la producción de peces en cautiverio.

4.3.2 Estudio del mercado:

➤ Comercialización de la corvina:

La corvina se puede considerar un pez magro ya que la cantidad de lípidos es menor a la de proteínas.



Tiene un 88% menos de grasa mesentérica y un 83% menos de grasa muscular que la lubina:

Peso del Pez (g)	Grasa (%)	Proteínas (%)
195	1,7	20,9
357-385	0,3-0,6	-
665-776	2,4-3,6	20,9-21,1
936-1.503	2,1-2,9	-
3.370	2,49	19,8

Tabla 1.6: Poder nutritivo de la corvina

La corvina es una especie idónea para la transformación, tanto por su rendimiento en carne como por su facilidad para filetearla. Con una vida útil de 9 días para el filete de corvina refrigerada. El rendimiento de corvina supera el 44%, con un contenido de proteínas ligeramente superior a otros peces de crianza.

➤ Costos de producción:

Con base en los registros de 1994, se realiza el siguiente análisis de los costos de producción asociados a la operación de las actividades acuícolas del corvinón ocelado en Estados Unidos de América, empleando estanques para el crecimiento de alevines desde los 0,4 g hasta 1 kg, en un período aproximado de un año. Si bien las estimaciones de costos registradas pierden validez debido a inflación, etc., los factores utilizados para estimar los costos de producción resultan ser relevantes.

Costos de operación	Proporción de costos anuales (%)
Alimento	55,5
Costo de alevines para crecimiento	19,3
Fuerza de trabajo	14,3
Productos químicos (ejemplo: fertilizantes, tratamientos contra enfermedades)	4,8
Almacenamiento y comercialización	3,4
Mantenimiento y reparación de equipos	2,7

Tabla 1.7: Costes de operación en función de los costes anuales



4.3.3 .Estudio del estado del arte:

➤ Tecnologías existentes:

La producción mundial de corvinas rondaba en 2.008 las 124.000 Tm, siendo las principales especies producidas *Larimichthys crocea*, *Sciaenops ocellatus* y *Argyrosomus regius*. La corvina marilla (L. Crocea) ha sido intensamente explotada en China a partir de la década de los 50, alcanzando capturas de 200.000 Tm en la década de los 70, sufriendo una caída del 90 % en las dos décadas siguientes. A partir de la década de los 80 se inició la producción en criaderos, habiendo tenido la producción de alevines un incremento muy rápido entre 1.995 y 2.000, año en que se alcanzó la increíble cifra de 1.300 millones de alevines en los 400 criaderos de la Provincia de Fujian (China). Esa producción de alevines se distribuyó entre la acuicultura de repoblación, que se realiza entre los meses de junio y julio, con juveniles de 3-8 cm (producidos en los criaderos entre abril y junio) y la acuicultura de producción, fundamentalmente en viveros flotantes y estanques de tierra, pasando, en este último caso, desde 30.000 Tm en 1.997 a 70.000 Tm de 2.005.

La acuicultura de *A. regius* es bastante reciente, obteniéndose las primeras producciones comerciales en Francia en 1.997, donde se logró su reproducción en cautividad por primera vez en Europa [Tabla 8]. Más concretamente, los primeros éxitos en la culminación del ciclo vital completo de la corvina se han obtenido en el sur de Francia, si bien el protocolo desarrollado no se ha hecho público. Según datos de la FAO (2.011) el país con mayor productor de corvina (*A. regius*) en el Mediterráneo es España.

[Tabla 1] ESPECIES DE CORVINAS (ESCIÉNIDOS) CRIADAS EN EL MUNDO.

Especie	Nombre en Español	Nombre en Inglés	Países productores o investigadores
<i>Argyrosomus amoyensis</i>	Corvina de Amoy	Amoy croaker	China
<i>Argyrosomus inodorus</i>	Corvina plateada	Silver kob	Sudáfrica
<i>Argyrosomus japonicus</i>	Corvina japonesa	Mulloway, Dusky kob	Australia, Sudáfrica y Taiwan
<i>Argyrosomus regius</i>	Corvina mediterránea	Meagre	España, Egipto, Francia, Italia, Marruecos y Turquía
<i>Atractoscion nobilis</i>	Corvina blanca	White seabass	EE.UU. y México
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina pampera	Corvina drum	Chile
<i>Cynoscion nebulosus</i>	Corvina pinta	Spotted seatrout	EE.UU. y México
<i>Cynoscion othonothreus</i>	Corvina golfina	Gulf corvina	México
<i>Cynoscion regalis</i>	Corvinata real	Weakfish	EE.UU. y México
<i>Cynoscion xantulus</i>	Corvina boquinaranja	Orangemouth corvina	EE. UU.
<i>Larimichthys crocea</i>	Corvina amarilla	Large yellow croaker	China
<i>Micropogonias furnieri</i>	Corvina rubia	Whitemouth croaker	Uruguay
<i>Micropogonias undulatus</i>	Corvina roncadora	Atlantic croaker	EE.UU.
<i>Pogonias cromis</i>	Corvina negra	Black drum	EE. UU
<i>Sciaena umbra</i>	Corvallo	Brown meagre	Grecia y Turquía
<i>Sciaenops ocellatus</i>	Corvina roja	Red drum	China, Ecuador, EE.UU., Israel, Martinica, México y Taiwan
<i>Totoaba macdonaldi</i>	Corvinata totoaba	Totoaba	México
<i>Umbrina cirrosa</i>	Verrugato	Shi drum	Chipre, España, Grecia, Italia y Turquía

Tabla 1.8: Especies de corvinas criadas en el Mundo



Producción de corvina en Europa:

La corvina (*Argyrosomus regius*) es actualmente una especie de pescado cuya producción mediante acuicultura está perfectamente consolidada desde un punto de vista técnico. Al igual que otras especies, se realiza el cultivo completo de su ciclo biológico, es decir, los alevines se logran a partir de peces reproductores, y durante todo su crecimiento hasta alcanzar la talla comercial son mantenidos en cautividad. La producción de corvina en Europa en 2.009 ascendió a 3.738 toneladas, un 22,6% más que en 2.008. Los principales países productores de corvina de acuicultura son España con 1.660 toneladas (el 77,9% del total), Italia con 320 toneladas (el 15,0%) y Francia con 121 toneladas (5,7%).

Producción de corvina en España:

La producción de acuicultura de corvina en España en 2.009 ha sido de 1.660 t., que es una cifra un 28% superior a la de 2.008. Murcia es la principal Comunidad Autónoma productora de esta especie (42%). Otras CCAA productoras son Canarias (30%), la Comunidad Valenciana (27%) y Cataluña (2%).

En España ya se ha conseguido un control técnico sobre las diferentes etapas de la acuicultura de la corvina.

La cría de la corvina tiene numerosas ventajas entre las que destacan:

- Es un pez particularmente magro, aún cuando se le cría intensivamente recibiendo las dietas ricas en grasas, que resulta en productos comercializables de alta calidad.
- Tiene un alto porcentaje de carne, baja adiposidad, contenido lipídico muscular saludable y larga vida útil.
- Alcanza tamaños comercializables relativamente grandes bastante rápidamente, mostrando promesa para la industria de procesamiento; esto podría crear un nicho de mercado diferente para la corvina, comparado con la lubina, el sargo y la dorada.

4.4 Estudio del emplazamiento y de su viabilidad biológica y medioambiental para ambas especies:

➤ Aspectos biológicos

Como ya se ha comentado anteriormente, el pupo soporta un amplio rango de salinidad (32-44‰) pero no tolera variaciones bruscas de la misma, siendo especialmente sensible a los descensos acusados. En cuanto a la temperatura, aparecen desde los 6 hasta los 33°C, aunque



lo normal es encontrarlos a temperaturas entre los 10 y los 30°C, teniendo un óptimo a 16-17°C.

Para determinar un posible emplazamiento para la instalación de este tipo de jaulas nos basaremos en el estudio realizado por la subsecretaría de pesca de Ecuador en el cual se analizan 10 playas con posibilidad de acoger una instalación de este tipo. A continuación se analizan estas 10 caletas (Tonchigüe, Mompiche, Jama, Jaramijó, San Mateo, Ayangue, Santa Rosa, Anconcito, Playas y Puerto Bolívar) desde distintos puntos de vista:

En primer lugar se analizan los diferentes parámetros oceanográficos en cada caleta.

Caleta	T (°C)	O ₂ (mg/L)	Corrientes (cm/s)	S (‰)	Secchi (m)	Clorofila (µg/L)
Tonchigüe	26,9±0,22	5,1±0,17	14,8±8,6	33,7±0,08	2,5	4,67
Mompiche	25,4±0,59	5,6±0,06	50,8±26,7	33,2±0,21	8	4,70
Jama	25,8±0,12	5,6±0,01	45,2±23,7	33,4±0,06	8	7,38
Jaramijó	25,0±0,33	5,9±0,03	63,6±21,2	33,3±0,18	5,4	3,40
San Mateo	24,5±0,29	5,7±0,19	48,4±27,4	33,3±0,13	6	22,58
Ayangue	23,9±0,78	5,8±0,85	54,8±24,4	33,7±0,53	9	4,17
Santa Rosa	23,7±0,33	6,3±0,35	49,0±29,6	33,6±0,20	10	7,77
Anconcito	24,1±0,74	5,7±0,69	59,8±26,6	33,8±0,47	12	7,10
Playas	26,5±0,09	4,5±0,02	54,0±22,2	34,7±0,07	2	26,86
Pto. Bolívar	28,3±0,09	3,5±0,24	22,8	33,0±1,5	2	53,98

Tabla 1.9: Resumen de los parámetros oceanográficos más importantes a considerar para la crianza de peces en mar

En segundo lugar se analiza la **profundidad, distancia la costa y ubicación dentro de áreas de reserva natural.**

Caleta	Profundidad (m)	Distancia a la costa (mn)	¿Dentro de reserva?
Tonchigüe	24,0±0,43	4,21	No
Mompiche	23,0±1,0	1,76	No
Jama	20,6±0,65	2,31	No
Jaramijó	21,2±0,60	1,36	No
San Mateo	29,2±0,8	1,10	No
Ayangue	27,8±1,0	1,84	No
Santa Rosa	24,0±0,8	1,81	Si



Anconcito	20,5±1,1	2,614	No
Playas	14,7±0,7	3,48	No
Pto. Bolívar	16,9±1,8	1,01	No

Tabla 1.10: Profundidad, distancia a la costa y ubicación dentro de áreas reservadas para la acuicultura

La tercera tabla muestra los resultados de una evaluación que se realizó a cada caleta en función de factores económicos, sociales, infraestructura y logística, hidrología e hidrografía, ubicación etc asignando una puntuación final a cada caleta. Las puntuaciones obtenidas por cada caleta son las siguientes:

Caleta	Puntuación total
Tonchigüe	174
Mompiche	192
Jama	221
Jaramijó	231
San Mateo	231
Ayangue	225
Santa Rosa	212
Anconcito	228
Playas	198
Pto. Bolívar	195

Tabla 1.11: Resultados de la evaluación de cada caleta con respecto a factores de infraestructura y logística, económica y social, hidrografía e hidrología, aspectos biológicos, físicos, químicos y ubicación.

Por último se analizaron los valores de distintos elementos presentes en el agua como son materia orgánica, metales pesados, sulfuros así como pH y ORP. Los datos obtenidos se muestran a continuación.



Tipo	Rango	Valor a comparar	Referencia
Materia orgánica	0,6 – 3,16%		
Pb	0,54 – 4,82 ppm	0,01	TULAS, 2002
Hg	< LOQ	0,0001	TULAS, 2002
Co	0,08 – 1,01 ppm	0,2	TULAS, 2002
Mg	306,1 – 327,5 ppm	0,1	TULAS, 2002
Sulfuros	< 0,2 mg/L		
Nitratos	0,005 – 3,1 mg/L		
Nitritos	0,001 – 0,065 mg/L		
Amonio	0,005 – 0,013 mg/L		
Fosfatos	0,023 – <1,5 mg/L		
Silicatos	0,068 – 1,26 mg/L		
Sulfatos	747 – 3.340 mg/L		
Coliformes totales	<3,6 NMP en dilución 1/10		
Coliformes fecales	<1,8 NMP 5 caletas	200	TULAS, 2002
Vibrio Cholerae	Ausente		
Vibrio parahaemolyticus	<3 NMP 5 caletas		
Pseudomonas	<1,8 5 caletas		
PH (agua)	4,79 – 7,20	6,5 – 9,5	TULAS, 2002
PH (sobre sedimento)	5,81 – 8,05		
ORP	-208 – 163		
O2 (mínimo a las 3 am)	5,61 – 6,84 mg/L	4,5 – 6,0 a 36‰	TULAS, 2002

Tabla 1.12: Rango de valores de materia orgánica, metales pesados y sulfuros. PH y ORP en el sedimento de las caletas

En cualquier caso será necesario escoger una localización en la que se realice captura de pulpo ya que, al no existir tecnología suficiente para cerrar el ciclo, es necesaria la captura de especímenes de pequeño tamaño para su posterior engorde. Por este motivo es necesaria la buena aceptación del proyecto por la comunidad pesquera local ya que serán los responsables del abastecimiento inicial.

En el caso de la corvina, se trata de una especie que al igual que el pulpo soporta grandes rangos tanto de temperatura como de salinidad, por lo que cualquiera de estos emplazamientos podría considerarse adecuado desde el punto de vista biológico.



El siguiente punto a analizar sería la profundidad y características de oleaje y corrientes de cada una de las caletas, ya que las jaulas flotantes se ven muy influenciadas por estos parámetros. Este análisis se realizara más profundamente en cuadernillos posteriores.

➤ Aspectos medioambientales

El impacto ambiental sobre el entorno socioeconómico, es, tanto en el caso del pulpo como en el de la corvina netamente positivo. Sin embargo, el medio rural resulta afectado de forma negativa en mayor o menor medida. En efecto, cuando se instala un polígono de jaulas de engorde, se genera en el entorno tanto efectos beneficiosos como perjudiciales, como ocurre con cualquier otra actividad industrial.

Entre los efectos positivos cabe destacar:

- Enriquecimiento de la fauna en cuanto a diversidad y biomasa debido a la atracción de poblaciones de peces en las cercanías de las instalaciones acuícolas.
- Protección de la zona frente a la actividad pesquera, ya que la instalación de las jaulas imposibilita la navegación.
- Generación de riqueza, puestos de trabajo, aumento del nivel económico, disponibilidad de un producto alimenticio de calidad, entre otros.

Entre los efectos negativos destacamos:

- Descarga al mar de nutrientes en dilución (principalmente fósforo y nitrógeno).
- Emisión de materia orgánica particulada (excrementos, alimentos...).
- Impacto sobre las poblaciones bentónicas y pelágicas de la zona.

Los focos de impacto ambiental más importantes en una instalación de cultivo de pulpo son:

- Impacto visual, tanto en mar como en tierra, debido a la presencia física de las jaulas y las naves industriales.
- Lucha contra el fouling (suciedad, incrustaciones). En este sentido, si bien antes se usaban pinturas con un alto contenido en óxido de cobre, tóxico para las algas, actualmente se usan otros productos que no se disuelven tan fácilmente en el agua de mar. Además, en estos momentos, se usan nuevos materiales como el caso del poliuretano, menos tóxicos que las pinturas para minimizar este problema.
- Las instalaciones que no son de hierro galvanizado se oxidan emitiendo al medio sustancias tóxicas.
- Los restos de alimento se sedimentan en el fondo marino o se diluyen en el mar.



- Deposición en el fondo marino o su dilución en el agua de los excrementos orgánicos provenientes del catabolismo de la biomasa de peces contenidos en el polígono de jaulas. La presencia de nutrientes disueltos (sobre todo fósforo y nitrógeno) provoca una eutrofización del medio marino, lo que facilitará el incremento de la producción primaria y de macro-algas, así como la alteración de las especies de micro/macro algas presentes, zooplancton y consecuentemente en toda la cadena alimentaria superior.
- Aparición de patologías infecciosas.

De todas ellas, las que mayor impacto ambiental originan en una instalación de jaulas son el aporte de alimento y las excretas tras la ingesta de dicho alimento.

Numerosos estudios referentes al impacto ambiental producido por el cultivo en jaulas llegan a la conclusión de que el efecto negativo es mínimo, siendo fundamental que para minimizar dicho impacto se cumplan los siguientes requisitos:

- Ubicar adecuadamente las jaulas en un lugar que cuente con suficiente renovación del agua por las diferentes características de la zona en cuanto a corrientes marinas, batimetría y relieve de la zona.
- Establecer un dimensionamiento máximo de cultivo en las instalaciones.
- Mantener una distancia mínima entre dos instalaciones acuícolas adyacentes.
- Gestionar, responsablemente, la instalación acuícola en todas sus facetas y, especialmente, en la alimentación con piensos.

➤ Aspectos administrativos

Sector público

El sector público pesquero y acuícola está constituido por: 1) Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad, organismo responsable de apoyar el mejoramiento de la calidad de los productos pesqueros y acuícolas en las fases de captura, selección, procesamiento y comercialización y de fomentar el desarrollo sustentable en las actividades pesqueras y acuícolas;

y 2) la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, la cual fue creada por Decreto Legislativo Número 669 de 24 de julio de 1.972 publicada en el Registro Oficial Número 13 del 1 de agosto de 1.972.

Este organismo rector de los sectores pesqueros y de acuicultura nacional tiene las funciones de cumplir y hacer cumplir las leyes y reglamentos del Sector, elaborar planes y programas de desarrollo pesquero y coordinar sus labores con el sector privado.



La Subsecretaría de Recursos Pesqueros, se apoya en dos instituciones: La Dirección General de Pesca, que es la dependencia especializada en la dirección y control de la pesca y acuicultura nacional, el control de la industria y la comercialización de productos pesqueros y de acuicultura; y el Instituto Nacional de Pesca, dedicada a la investigación pesquera y de acuicultura y control de calidad de productos pesqueros. El sector pesquero y de acuicultura ecuatoriano se rige por la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, emitida por Decreto 178 del 12 de febrero de 1.974, sus Reglamentos, Acuerdos, Resoluciones y Disposiciones emanadas de los organismos competentes.

Sector privado

El sector privado está conformado por la Cámara chequar nombre institución Nacional de Acuicultura (CNA) creada mediante ley en julio de 1.993, como resultado de la fusión de la Federación Ecuatoriana de Exportadores de Camarón (FEDECAM), la Cámara de Productores de Camarón (CPC) y la Asociación de Laboratorios (ALAB). Desde entonces, la CNA ha desarrollado una intensa acción de consolidación, así como de representación gremial frente a las diferentes instituciones públicas y privadas nacionales e internacionales.

La CNA representa el 99,1 por ciento de los exportadores de camarón; en la actualidad cuenta con 708 compañías afiliadas, entre ellos productores, fabricantes de alimento balanceado, laboratorios de larvas, empresas proveedoras de insumos y servicios nacionales e internacionales.

La Fundación CENAIM - ESPOL es una entidad privada cuya función es la de realizar investigaciones relativas al cultivo de diferentes especies y de fortalecer la formación académica de los acuicultores, a través de programas de postgrado en convenio con la Escuela Superior Politécnica del Litoral y universidades belgas.

El sector acuícola cuenta además con el Centro de Servicios para la Acuicultura (CSA) que es una fundación sin fines de lucro creada el 13 de noviembre de 1.998 por la Cámara Nacional de Acuicultura, la Fundación CENAIM-ESPOL y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). El objetivo del CSA es mejorar la producción camaronera buscando soluciones a las enfermedades del camarón.

Legislación y regulaciones

El potencial de la acuicultura marina, el alto valor comercial comparado con otros productos provenientes de recursos bioacuáticos, la ubicación costera de las instalaciones, los conflictos con otros sectores económicos por el uso de los recursos, los impactos ambientales que genera, etc., demandan también métodos y herramientas de gestión apropiados. La diversificación, la tecnificación y la implantación de "buenas prácticas de manejo" (BPM) son requisitos para lograr una acuicultura responsable y competitiva.



El cultivo del camarón está regido por el "Reglamento para Cría y Cultivo de Especies Bioacuáticas", promulgado mediante Decreto Ejecutivo Nº 1.062 (Registro Oficial 262, de 2 de septiembre de 1.985). Además, se han emitido varios acuerdos ministeriales que se refieren al comercio, importación de postlarvas, control de calidad de los productos de exportación, a la implantación de vedas (diciembre-febrero de cada año), las mismas que incluyen la prohibición de pescar postlarvas y reproductores.

Ecuador mantiene un sistema de control de calidad altamente reconocido. Ha cubierto las exigencias de la FDA, del Departamento de Veterinaria de la Unión Europea, de organizaciones de protección al consumidor de Japón y de organizaciones de inspección de Canadá. El 100 por ciento de las plantas procesadoras de camarón cumplen con todas las normas nacionales e internacionales de calidad, con el sistema HAACP (Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control) y con todos los requerimientos de los compradores.

4.5 Estudio del mercado

En Ecuador no se han encontrado registros acerca del mercado y consumo de la corvina *Ocellatus*, la cual es base de nuestro estudio. Por esta razón se ha procedido a llevar a cabo trabajo de campo, mediante la realización de encuestas, tanto a consumidores como vendedores por los diferentes sectores del país (costa, sierra y amazonía).

Este punto se expone de forma ampliada en el Anexo I de este cuadernillo.



5. Situación social:

En Ecuador, al igual que en casi todos los países en vías de desarrollo se caracteriza por una marcada diferenciación en clases sociales, causa principalmente del factor económico, dando lugar a dos grandes ramas, la clase alta o acomodada, en la que se encuentra concentrada la mayor parte de la riqueza del país, así como el poder ante la toma de decisiones, y la clase baja, donde gran parte de las familias se mueven dentro de lo que los índices consideran pobreza.

Actualmente y rompiendo con esta dinámica tan extendida en los países de Sudamérica, empieza a aparecer una tercera clase social, la clase media, que poco a poco va aumentando en número y representación social y política. Este sector tiene acceso a todos los servicios básicos, a hogares en propiedad, así como a educación, tanto primaria como universitaria, y algo muy importante que es una correcta ingesta proteica en su alimentación.

Centrándonos en el sector alimenticio, por ser aquel que en mayor medida concierne a este proyecto se ha observado que a pesar de que el país presenta un alto desarrollo de la actividad pesquera y acuícola el consumo de pescado de la población presenta índices muy bajos, entre 5 y 8 kg por persona y año, un valor muy inferior al que se presenta en otros países cercanos que se encuentran alrededor de los 16 kg por persona y año.

Esto se agrava principalmente en el sector de la sierra donde, dada la lejanía geográfica de las zonas costeras, la accesibilidad al pescado se hace mucho más difícil, convirtiéndose en una tarea casi imposible el consumo de pescado fresco, así como el consumo de pescado congelado debido a los elevados costes producidos en la manufacturación y que posteriormente repercuten en el precio del producto.

Dada esta situación se hace necesario el planteamiento de fuentes alternativas de proteínas provenientes del mar, lo que sirve como motivación para el desarrollo de este proyecto.



6. Motivación personal

La acuicultura es el sector de producción de alimentos que está creciendo más aceleradamente en todo el mundo, y, hoy por hoy, produce más de una cuarta parte de la pesca total mundial. El crecimiento de la demanda mundial de productos del mar y el estancamiento de la pesca hacen de la acuicultura un sector con gran perspectiva de futuro.

Ecuador, es sin duda uno de los países con mayor capacidad acuícola en lo que se refiere al cultivo del camarón pero por el momento aun falta dar el salto a la acuicultura en gran escala de peces ya que hasta el momento tanto la tecnología como una legislación adecuada eran totalmente inexistentes.

Ecuador es un país que día a día lucha para mejorar internamente y con respecto al mercado internacional, asumiendo con la colaboración de distintas entidades nuevos retos que promuevan su desarrollo. Esto ha motivado la elección de este proyecto, un proyecto pionero en este país en el que se tratará de mediante la transferencia de tecnología de las técnicas de cultivo a gran escala empleadas en España, adecuarlas a un pequeño sector costero dedicado hasta el momento tan solo a la pesca artesanal, cada día mas complicada por la escasez de capturas.

Los principales beneficiados de este proyecto serán los habitantes de la población en la que finalmente se realice, mediante la creación de puestos de trabajo tanto femeninos como masculinos que cubran las necesidades de mano de obra, personal de apoyo, técnicos o investigadores así como las derivadas de la importante industria auxiliar asociada, permitiendo incrementar el poder adquisitivo de las familias, así mismo la región saldrá beneficiada debido a la posibilidad de exportación y creación de industria auxiliar y por último el país podrá realizar acuerdos comerciales con terceros, como Estados Unidos o la Unión Europea, para la exportación del pescado, como ya tienen actualmente para la exportación del camarón.

La acuicultura lleva consigo la creación de una fuente de proteínas animales accesibles para toda la población de la zona así como del resto de la región y del país, asegurando la calidad de la misma con un proceso controlado de cría y explotación que permita mejorar la seguridad alimentaria. Para ello se emplearán métodos de acuicultura sostenible que garanticen la viabilidad del proceso a largo plazo

Además este proyecto pretende crear un antecedente para el posterior desarrollo de la acuicultura a nivel nacional, creando antecedentes para la explotación de este sector.



Sin duda alguna este proyecto no supone tan solo un reto académico sino a su vez un importante reto personal, ya que representa la aplicación de todo lo aprendido durante nuestros estudios a una situación real en la que no se contará con todas las facilidades a las que estamos acostumbrados y que generalmente no valoramos al pensar que siempre estarán ahí.

La posibilidad de que con este proyecto, se pueda colaborar a mejorar la situación en un país tan maravilloso como es Ecuador, mediante la realización de nuestro proyecto fin de carrera, se convierte sin duda en el mayor motivo de elección del mismo, y en una fuente de motivación interminable.



Bibliografía

<http://es.wikipedia.org/wiki/Ecuador>

http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_EC/3/es

http://www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_EC/3/es

<http://www.fao.org/docrep/005/ad020s/AD020s06.htm>

<http://www.fao.org/DOCREP/003/X6603S/x6603s05.htm>

- INGRID APOLINARIO, ``Guía de Especies Marinas'', (2002)
- CHIRICHIGNO, NORMA. ``Catalogo de especies marinas de interes económico'', (FAO. 1982)
- CHIRICHIGNO, NORMA, ``Catalogos de especies marinas de interes económico actual o potencial para America Latina, Pacifico oriental y suroriental'' (FAO. 1782)

<http://www.fao.org/DOCREP/003/X6603S/x6603s05.htm>

http://projetos.lmm.ufsc.br/data/files/Estudio_pulpo.pdf

http://www.ieo.es/publicaciones/boletin/pdfs/bol21/bol21_19-jimenez.pdf

http://www.ipacuicultura.com/noticias/divulgacion/13246/acuicultura_mundial_de_corvinas.html

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sciaenops_ocellatus/es

http://es.wikipedia.org/wiki/Sciaenops_ocellatus

http://en.wikipedia.org/wiki/Red_drum

- INGRID APOLINARIO, ``Guía de Especies Marinas'', (2002)
- CHIRICHIGNO, NORMA. ``Catalogo de especies marinas de interes económico'', (FAO. 1982)
- CHIRICHIGNO, NORMA, ``Catalogos de especies marinas de interes económico actual o potencial para America Latina, Pacifico oriental y suroriental'' (FAO. 1782)
- SALVADOR CARDENAS, ``Cria de la corvina'' (2010)

http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sciaenops_ocellatus/es

<http://www.fao.org/fishery/species/3571/en>

http://www.ipacuicultura.com/noticias/divulgacion/13246/acuicultura_mundial_de_corvinas.html

<http://www.imarpe.gob.pe/chiclayo/miscelania/proyectos/pulpo/pulpo.htm>

- Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador, titulado "Consultoría para la elaboración de estudios básicos y de factibilidad para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas del mar costero ecuatoriano para la diversificación



productiva del sector pesquero artesanal”, escrito por Daniel Benetti y publicado en Abril de 2010

<http://www.monografias.com/trabajos6/proso/proso.shtml>

<http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/134781-buscan-aumentar-el-consumo-de-pescado/>

http://issuu.com/raulomar/docs/analisis_critico_politica_social_y_economico

Cuaderno 2: Dimensionamiento

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 2: Dimensionamiento



Índice

1. Elección del sistema de cultivo.	Página 3
1.1 Introducción.	Página 3
1.2 Elección del tipo de jaula.	Página 3
1.2.1 Cultivo en jaulas: ventajas e inconvenientes.	Página 3
1.2.2 Tipos de jaulas.	Página 4
1.2.3 Jaulas flotantes.	Página 5
2. Localización.	Página 10
2.1 Introducción.	Página 10
2.2 Criterios ambientales.	Página 11
2.3 Estudio de la localización.	Página 13
2.4 Elección de la localización.	Página 17
2.4.1 Resumen de parámetros oceanográficos.	Página 17
2.4.2 Ubicación en la zona marítima.	Página 18
2.4.3 Valoración de las caletas.	Página 18
2.4.4 Análisis de pesticidas e hidrocarburos.	Página 19
2.4.5 Meiofauna.	Página 19
2.4.6 Metales pesados, coliformes, nutrientes, pH y ORP.	Página 20
2.5 Elección del emplazamiento.	Página 21
3. Plan de producción.	Página 23
3.1 Introducción.	Página 23
3.2 Cálculo de la producción.	Página 23



3.2.1 Estudio del número de alevines y tiempos de engorde.	Página 24
3.2.2 Estimación teórica de introducciones y ventas.	Página 26
3.2.3 Cálculo y distribución de la producción.	Página 28
4. Dimensionamiento de las jaulas.	Página 37
5. Resumen de las características principales de la instalación.	Página 40



Cuaderno 2: Dimensionamiento

1 Elección del sistema de cultivo:

1.1 Introducción

En este apartado se realizará una breve explicación teórica de las distintas alternativas existentes para el engorde de peces, y se justificará la elección más apropiada, así como las dimensiones principales de la instalación para obtener la producción deseada teniendo en cuenta los parámetros biológicos de la especie adoptada y las características del emplazamiento elegido.

1.2 Elección del tipo de jaula

1.2.1 Cultivo en jaulas: ventajas e inconvenientes:

El cultivo en jaulas marinas tienen una serie de ventajas que justifican su utilización frente a otras posibilidades que requieran una menor tecnología como es el caso de los cultivos extensivos los cuales se fundamentan en el aprovechamiento de la producción natural del medio. En este tipo de cultivos no existe una renovación continua del agua y según las características del medio y de la especie cultivada así será su grado de renovación.

Dos son los requisitos necesarios para desarrollar este tipo de cultivo: por una parte se necesita la existencia de zonas naturales que permitan instalar sistemas de cierre mediante diques y compuertas, con el fin de permitir la entrada y salida del agua procedente de las mareas; y por otra parte que en la zona sea habitual la especie que se pretende cultivar.

Los estanques se construyen sobre el propio terreno, y su superficie será función de la disponibilidad de personal y de la rentabilidad de la producción que se pretende alcanzar.

Dentro de las ventajas que presentan las jaulas caben destacar:

- *Cultivo tridimensional*

Una instalación marina permite realizar jaulas con una profundidad mayor que si tuviese la instalación en tierra, lo que posibilita un cultivo tridimensional en vez de bidimensional.

- *Reducción de coste:*

La reducción de costes que se obtienen al realizar la instalación en mar radica en eliminar la necesidad de adquirir un terreno cercano a la costa así como de instalar equipos de bombeo de agua e inyección de oxígeno.



- *Autodepuración y auto oxigenación del agua.*

La elección del emplazamiento será fundamental para asegurar que la renovación del agua es la adecuada y, así, mantener a los peces en las mejores condiciones posibles. Para que esto se produzca será necesario situar la instalación en aquellas zonas que presenten unas corrientes adecuadas y que no sean menores de 0,1 m/s.

- *Posibilidad de traslado de la instalación.*

En el caso de una instalación en mar, es posible trasladar las jaulas de un emplazamiento a otro, en caso de que la normativa así lo requiera para asegurar la preservación del medio ambiente. Esta posibilidad no existe en el caso de una instalación terrestre.

- *Reducción del periodo de engorde.*

Se ha demostrado que el crecimiento de diferentes especies es notablemente más rápido en instalaciones ubicadas en el mar, esto se debe a que las condiciones en las que se engorda al pez son más próximas a las de su medio natural.

1.2.2 Tipos de jaulas

Las jaulas pueden ser clasificadas en cuatro grupos: fijas, flotantes, sumergibles y sumergidas.

Las jaulas fijas tienen una bolsa de red soportada por postes enterrados en el fondo de ríos o lagos. Sus limitaciones vienen dadas por el tamaño y la forma, y su uso restringido a fondos de poca profundidad con los sustratos adecuados.

Las jaulas flotantes incorporan una bolsa soportada por un collar o estructura que actúa como una boya. Este tipo es el más utilizado y existe una enorme variedad de formas y tamaños. Algunos diseños pueden girar o rotar, para controlar la suciedad que pueda quedar adherida (fouling)



Figura 2.1 y 2.2: vistas de una instalación de jaulas flotantes

Las jaulas sumergibles no tienen collar pero sí incorporan una estructura para mantener la forma. La ventaja de su diseño sobre los demás es que su posición, en la columna de agua, puede ser regulada para adaptarse a las condiciones ambientales.

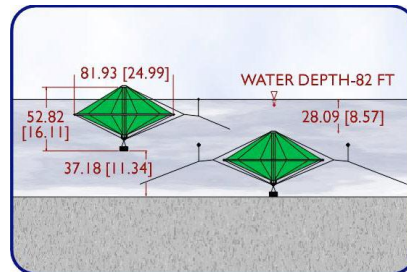


Figura 2.3: Esquema de una jaula sumergible

Las jaulas sumergidas son fundamentalmente cajas de madera con aberturas que permiten el paso del agua y se fijan al fondo mediante postes o piedras.

La forma y el tamaño de las jaulas están influenciados por una combinación de los factores siguientes:

- *Especies a cultivar.*
- *Condiciones Ambientales*
- *Propiedades y disponibilidad de materiales*
- *Condiciones locales*

En este caso se han seleccionado jaulas flotantes ya que, actualmente, son las más utilizadas para el engorde de la corvina. Además la infraestructura del país junto con sus condiciones ambientales no aconseja la utilización de sistemas de jaulas más complejos.

1.2.3 Jaulas flotantes

Los tres elementos esenciales de las jaulas o viveros flotantes son: la estructura de flotación o sustentación, el recinto o bolsa de red y el sistema de fondeo. A continuación se incluye una descripción general de cada uno de ellos. La figura cuatro visualiza estos elementos.

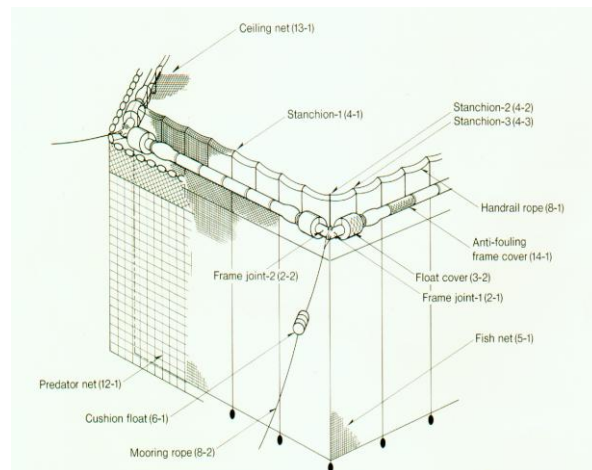


Figura 2.4: Esquema de una jaula flotante

✓ Estructura de flotación y sustentación.

Esta estructura es un collar o anillo que sostiene la bolsa de red (parte a través de la barandilla y parte a través de los anillos de flotación), sirve de auxiliar para la operación y resiste los esfuerzos variables del fondeo en las diferentes condiciones ambientales, además, proporciona la necesaria flotabilidad. Si esta estructura es ancha, facilita mucho los trabajos de alimentación, cambio de redes y despesque. Los collares de los primeros diseños eran rígidos, pero actualmente se tiende a estructuras flexibles ya que resisten mejor las condiciones del mar. Las dimensiones de estas jaulas circulares varían entre 20 y 120 metros de diámetro.



Figura 2.5: estructura de flotación y sustentación.



✓ **Recinto o bolsa de red.**

El recinto limita el volumen de agua donde los peces se confinan para realizar el cultivo semi-intensivo. Las formas son variables, pero para las especies gregarias (dorada, salmón...) es preferible hacerlas redondas, ya que tienden a nadar en círculos cuando están en cautividad.

Los materiales de la malla se definen normalmente en términos de densidad (peso por metro cuadrado de panel), carga de rotura del material, diámetro de los hilos de la malla y el tamaño específico de la malla. La forma de la malla es cuadrada o hexagonal. Las características técnicas que pueden definir una red son las siguientes:

- Material (Poliétileno, poliéster, nylon, polipropileno...).
- Tipo de fibra (sencilla o múltiple).
- Grado de torsión
- Método de fabricación (Raschel o torsionado japonés).
- Tamaño de malla.
- Diámetro de la bolsa.
- Requerimientos especiales: "antifouling", rigidizadores

La red puede ser con o sin nudos, aunque se optará por la opción sin nudos para evitar descamados y daños en los ojos de los peces, además, las redes sin nudos tienen un menor peso (hasta un 50 %), son más baratas y fáciles de manejar. Las redes sin nudos se fabrican fácilmente en máquinas automáticas con menos material, presentan una mayor resistencia a la abrasión ya que su superficie es más suave aunque es algo menos resistente al desgaste por fatiga. Los materiales más habitualmente utilizados para la red sin nudos son el nylon, el polietileno y el poliéster.

Lo ideal es que las mallas no estén estiradas para que los esfuerzos sean soportados por los cabos y no por la red que es la parte más débil. En el caso de que las mallas estén en forma de rombo, quiere decir que están soportando parte de los esfuerzos, y entonces se acumulan tensiones en los vértices de la malla y en la unión con los cabos, que supone una alta probabilidad de rotura del material más débil que es la red. A continuación se muestran dos redes en el primer caso sin estirar y estirada en el segundo.



Figura 2.6: mallas de red sin estirar.



Figura 2.7: mallas de red estirada.

Las mallas de red deben estar lo más abiertas posibles, sin estirar y sin “fouling”, para favorecer la circulación del agua.

✓ **Sistema de fondeo**

Este sistema es fundamental para mantener la ubicación de la instalación y para amortiguar los movimientos bruscos del mar, evitando que las fuerzas generadas se transmitan a la estructura flotante y a las redes. El agrupamiento de jaulas es la práctica común para su anclaje, no solo porque simplifica y minimiza los costes, sino también por razones de manejo y mantenimiento.

Los aspectos a considerar para definir el sistema de fondeo deberán ser los siguientes:

- Agrupamiento idóneo de las jaulas.
- Consideraciones ambientales:
 - ✓ Resistencia del recinto frente a vientos, olas, corrientes y mareas.
 - ✓ Características de los fondos: arenosos, fangosos, rocosos, etc.
 - ✓ Profundidad en los puntos de fondeo.
- Variación del nivel de agua.
- Orientación de las jaulas.

El sistema de fondeo presenta la siguiente composición:

- Amarres triples mediante estacha desde la jaula a la campana o plato de distribución unido a la boya de superficie.
- Boya de superficie
- Línea de fondeo
- Ancla y/o muerto

Cada una de las líneas de fondeo presenta la siguiente disposición:

- **Ancla o muerto.**
- **Tramo de cadena descansando sobre el fondo marino:** su misión es amortiguar la transmisión de esfuerzos hasta el ancla o muerto, dotando al sistema de una reserva de capacidad de sujeción de las jaulas.
- **Flotador de profundidad:** levanta el extremo inicial del tramo de cadena, con el fin de que el tramo de estacha siguiente no roce con el fondo, lo cual provocaría una degradación más acelerada del mismo.
- **Tramo de estacha:** constituye el cuerpo mismo de la línea de fondeo. Suele emplearse la fibra para dotar de mayor elasticidad a la línea.
- **Campana o plato de distribución.** Elemento que permite la unión entre las líneas de fondeo y el entramado.
- **Boya de superficie:** es prácticamente el punto final de la línea de fondeo, y tiene la misión de soportar el peso de la misma, a fin de que esta carga no sea transmitida al conjunto de jaulas.

Entramado del conjunto de jaulas: aunque lógicamente también forma parte del sistema de fondeo, requiere un tratamiento distinto. Constituye el enlace del sistema de fondeo con cada una de las jaulas.

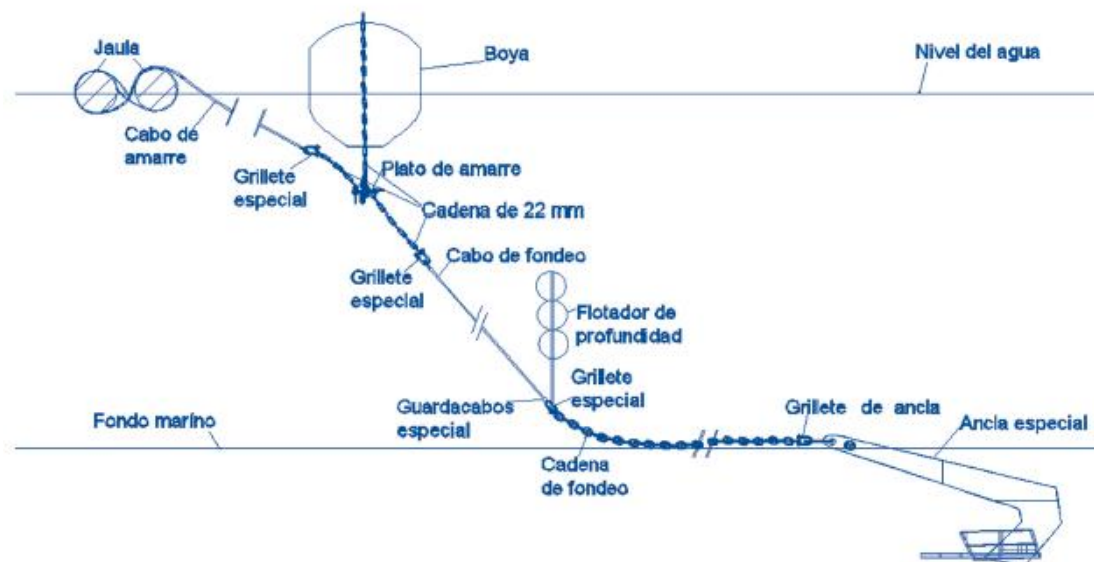


Figura 2.8: Esquema de un sistema de fondeo.



2 Localización

2.1 Introducción

La selección del emplazamiento es una parte fundamental en un proyecto de maricultura, ya que de él dependerá el éxito o fracaso de la instalación.

Los criterios para la selección de los emplazamientos adecuados para las jaulas pueden ser agrupados en tres categorías que se esquematizan a continuación:

La primera categoría contempla las condiciones físico-químicas que determinarán las especies que puedan vivir en ese ambiente:

- Temperatura
- Afloramientos de algas.
- Contaminación.
- Olas.
- Corrientes.
- Viento.
- Mareas.
- Ensuciamiento (fouling).
- Intercambio de agua. Contenido de oxígeno (oxígeno disuelto).
- Organismos patógenos.
- Salinidad.
- Sólidos en suspensión.
- PH.
- Turbidez.
- Amonio.
- Nitritos.
- Nitratos.
- Nitrógeno total.
- Fósforo.
- Fosfatos.
- Silicatos.
- Clorofilas.
- DBO.

La segunda recoge las condiciones que se deben considerar para mantener con éxito la estructura de la jaula: entorno, profundidad y substrato.



La tercera considera aquellos factores que determinan las posibilidades de establecerla piscifactoría y el rendimiento de la empresa: acceso, aspectos legales, proximidad a los mercados y seguridad

2.2 Criterios ambientales

El cultivo en jaulas ideal debe tener una buena calidad del agua lo que significa que no sólo debe estar libre de contaminantes tóxicos, tales como amoníaco, nitritos, metales pesados y componentes fenólicos, sino también deben ser cuidadosamente considerados los requisitos tales como el Ph, la temperatura, el oxígeno y la salinidad

En las áreas marinas, las variaciones de la temperatura con la distancia a la costa y la profundidad se complican por los efectos de la salinidad.

El régimen de temperaturas de las áreas costeras marinas, habitualmente utilizadas para el cultivo en jaulas, está influido por los vertidos desde tierra. En regiones templadas, las descargas de los ríos y aguas dulces serán más frías en invierno y más calientes en verano que las aguas costeras; mientras que en el trópico, las aguas dulces estarán más calientes que el mar durante la estación seca pero pueden estar más frías durante la estación húmeda. Como la densidad del agua está determinada por la salinidad y la temperatura, la mezcla de los efluentes terrestres con el agua del mar depende también en gran manera de las corrientes y mareas.

Un buen intercambio de agua es fundamental en el cultivo en jaulas para minimizar el impacto de los residuos. Este intercambio depende de las corrientes y también, aunque en menor medida, de la salinidad, temperatura y topografía. Una velocidad del agua superior a 0,1 m/s asegura un buen intercambio.

La figura 9 muestra la circulación en el fondo que visualiza como los efluentes terrestres provocan una corriente de compensación del agua de mar, siendo la zona de máxima mezcla donde existe una irregularidad en el fondo. En los emplazamientos marinos es mejor elegir fondos rocosos ya que implican la existencia de buenas corrientes de agua que reducirán el riesgo de acumulación de residuos. Sin embargo los sistemas de fondeo en estos lugares son más dificultosos. También en esta figura se aprecia que en el valle interior a la colina (zona de mayor profundidad) los residuos pueden estabilizarse porque no hay corrientes que los dispersen. Esta situación no es favorable ya que la descomposición bajo condiciones anaerobias (en ausencia de oxígeno) produce el gas sulfuro de hidrógeno (H_2S) que es tóxico para los peces cuando se libera de los sedimentos del fondo.

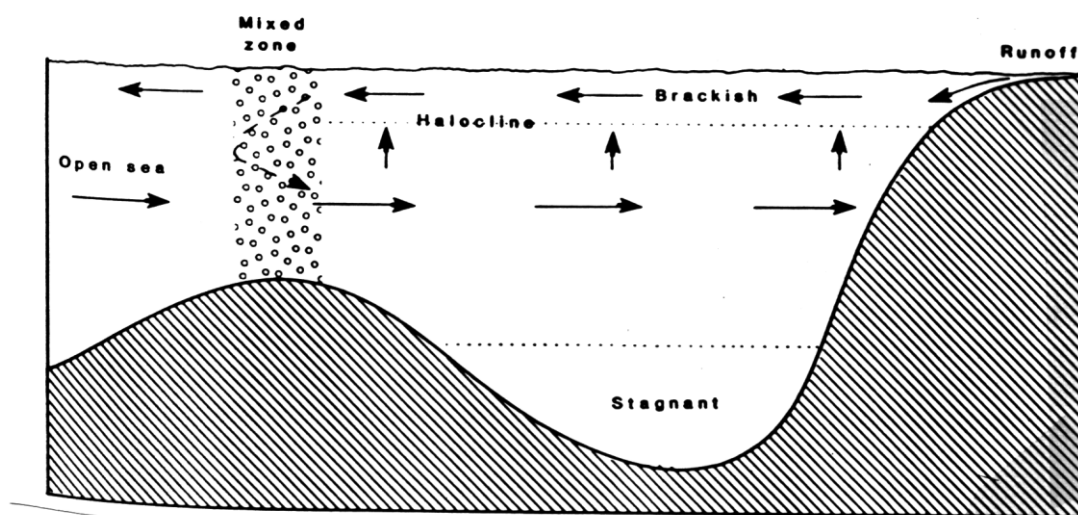


Figura 2.9: Intercambios de agua según el tipo de fondo.

El “fouling” reduce el tamaño de la malla de la red e incrementa su superficie. La reducción de malla restringe el caudal de agua a través de las jaulas y por lo tanto reduce la tasa de oxígeno y la eliminación de los residuos lo cual perjudica a los peces. El aumento de resistencia al caudal de agua provoca, a menudo, una deformación de la red que implica una disminución del volumen útil imponiendo además esfuerzos adicionales a la estructura de la jaula y a los anclajes. El peso adicional del “fouling” puede provocar la rotura de la red y además dificulta el cambio de la misma.

Las jaulas flotantes, en teoría, pueden instalarse en cualquier profundidad aunque el coste del sistema de fondeo aumentará con este parámetro.

Lo ideal es situar las jaulas en una zona con una profundidad suficiente para maximizar el intercambio de agua y mantener el fondo de las jaulas sin interferencia con el sustrato. Las mareas también tienen que ser consideradas en los cálculos de profundidad.

Aunque la relación entre el cultivo en jaulas, la sedimentación de los residuos, la calidad del agua y las enfermedades no se conoce en profundidad, es mejor evitar riesgos innecesarios manteniendo a los peces por lo menos 15 m por encima de los sedimentos.

Las olas suelen ser normalmente el factor más limitante para la selección del emplazamiento de una instalación de viveros.

La operación de los viveros con olas menores de dos metros no presenta problemas. Aunque hay jaulas que resisten olas de 4 a 5 metros y otras, las oceánicas, que pueden llegar a olas de 7 a 8 metros, todas ellas necesitan utilizar procedimientos de operación especiales para operar en condiciones extremas.



2.3 Estudio de la localización

La instalación estará situada en la costa de Ecuador, la cual tiene 640km divididos en 5 provincias (Esmeraldas, Manabí, Guayas, Los Ríos y El Oro) de las 22 que tiene el país en total. En principio, todas las localizaciones que pertenezcan al país pueden ser elegidas para la realización de la instalación y su idoneidad será función de los parámetros biológicos, físicos, químicos y legales del país.

En la actualidad no existe ninguna instalación off-shore funcionando de forma industrial en el país, y la legislación existente está pendiente de modificación. Actualmente, esta ley está siendo elaborada y sociabilizada con los distintos gremios afectados. Dentro de las novedades que incorporará la nueva ley está el cambio de competencias en materia de pesca, acuicultura y piscicultura que anteriormente se encontraban a cargo del “Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización Pesca y Competitividad” y que pasarán a formar parte de “El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca”. Que, “mediante Acuerdo Ministerial Nº 640 de 2 de Diciembre de 2010, publicado en el Registro Oficial Nº 370 de 25 de Enero de 2011 se reformó el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por procesos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca en su artículo 5, creando el Viceministerio de Acuicultura y Pesca; y, que se establece como atribución y responsabilidad del Viceministro de Acuicultura y Pesca el emitir directrices, lineamientos, normas e instrumentación técnica para el desarrollo y control de la actividad de acuicultura y pesca”.

Para poder elegir un emplazamiento adecuado tendremos en cuenta los puntos incluidos en el borrador de la nueva ley. A continuación se detallan aquellos que más pueden afectar al diseño de nuestra instalación:

- Las zonas de aguas de mar y fondos marinos arenosos o rocosos, que podrán ser utilizadas en las actividades de acuicultura marina o maricultura, para la cría y cultivo de especies bioacuáticas, aplicando para el efecto las normas contenidas en la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, su Reglamento y el presente acuerdo. Se exceptúan: i) las áreas protegidas por el Estado que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP); ii) las Zonas de Reserva Pesquera establecidas con fines de protección y/o uso restringido de los recursos bioacuáticos establecidas en el marco de la Ley de Pesca; y iii) las áreas estratégicas militares.

Además, está prohibida la introducción de organismos que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional y menoscabar de cualquier manera la soberanía alimentaria.

En cuanto a la actividad de la maricultura:

- Para la construcción de viveros y parques de cultivo acuícolas en el mar se dejarán franjas o zonas de retiro no menores de 3 millas marinas entre concesiones, con el fin de proteger dicha actividad. Además se establece 1 milla como zona de



amortiguamiento para que no interfieran con: Áreas Naturales Protegidas por el Estado del SNAP; Zonas de Reserva Pesquera establecidas con fines de protección o de manejo especial de los recursos bioacuáticos; y áreas estratégicas militares.

- Los viveros sólo podrán ser fondeados en áreas técnicamente permisibles y donde la capacidad de recambio de agua impida el deterioro de los fondos bajo las jaulas.
- Es necesario mantener el fondo de las jaulas de peces a una distancia mínima de 15 metros del fondo marino. Las excepciones serán autorizadas si las justificaciones técnicas lo permiten.
- Queda prohibido utilizar para el cultivo, organismos extraídos del medio natural en cualquiera de sus etapas de crecimiento y desarrollo; exceptuando los reproductores destinados a la producción de alevines.
- El Viceministerio de Acuicultura y Pesca, previo el informe técnico favorable del Instituto Nacional de Pesca en consulta con el Ministerio del Ambiente, determinará las especies marinas permitidas para su cultivo en maricultura, dentro del plazo establecido en la segunda disposición transitoria del presente acuerdo, tomando en consideración el mandato constitucional vigente y la lista establecida por FAO.
- El Viceministerio de Acuicultura y Pesca establecerá un Registro de Establecimientos de Acuicultura autorizados para ejercer la maricultura por especies y zonas, y los trámites en proceso para esta autorización, así como de sus modificaciones, las mismas que serán de conocimiento público, en un sitio web habilitado para el efecto.
- Las concesiones para proyectos dentro de las 8 millas serán otorgadas a las comunidades asentadas en el borde costero, al sector pesquero artesanal organizado, y para proyectos de investigación y producción de los sectores público, mixto, sectores académicos y de investigación debidamente reconocidos del país, para cuyo efecto deberán sujetarse a las regulaciones y requerimientos establecidos en el presente Acuerdo.

Para las personas naturales y jurídicas no artesanales, las áreas a concesionarse se establecen a partir de las 9 millas de distancia desde el borde costero dejando el área comprendida entre la milla 8 y milla 9 una zona de amortiguamiento.

- El área que se otorgará a las personas naturales y jurídicas estará sujeta a la factibilidad del proyecto desde el punto de vista técnico, económico, financiero, y ambiental, y tendrá una extensión máxima de 250 hectáreas. Contarán con el Estudio de Impacto Ambiental aprobado, la correspondiente Licencia Ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente y el informe favorable de la Dirección de Espacios Acuáticos.

Para la selección del emplazamiento se tomará como base un estudio realizado por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros de Ecuador, titulado "Consultoría para la elaboración de estudios básicos y de factibilidad para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas del mar costero ecuatoriano para la diversificación productiva del sector pesquero



artesanal”, escrito por Daniel Benetti y publicado en Abril de 2010. En este estudio se analizan diez caletas todas ellas susceptibles de albergar una instalación de maricultura desde distintos puntos de vista. A partir de estos estudios se escogerá el emplazamiento que, desde nuestro punto de vista, sea el idóneo, teniendo siempre en cuenta las exigencias que, previsiblemente, incluya la nueva ley. A continuación se muestra un mapa del litoral de Ecuador en el que se han marcado las caletas que van a ser analizadas:

- Tonchigüe
- Mompiche
- Jama
- Jaramijó
- San Mateo
- Ayangue
- Santa Rosa
- Anconcito
- Playas
- Puerto Bolívar.



Figura 2.10: Mapa de la costa ecuatoriana.



2.4 Elección de la localización

Para escoger la localización se analizaron aquellas caletas cuyas comunidades pesqueras artesanales maximicen la probabilidad de éxito en un eventual proyecto piloto, además se debe tener como objetivo promover el bienestar de la comunidad mediante el suministro de empleo de alta calificación, que beneficie socioeconómicamente a las caletas pesqueras en su integridad simultáneamente con la sostenibilidad del ecosistema natural.

2.4.1 Resumen de los parámetros oceanográficos.

La tabla 1 recoge los parámetros oceanográficos por estación más importantes a considerarse en una instalación de jaulas marinas. Aquellos valores con trasfondo verde son los considerados aptos, mientras que los de trasfondo amarillo o rojo presentan problemas. Los valores de corrientes son el promedio del movimiento de agua para una profundidad entre 3 y 6 metros obtenidos por un "Acoustic Doppler Current Profiler" (ADCP). La temperatura, el oxígeno y la salinidad son los valores promedios en la columna de agua para cada estación. La clorofila se midió en la superficie marítima.

Caleta	T (°C)	O ₂ (mg/L)	Corrientes (cm/s)	S (‰)	Secchi (m)	Clorofila (µg/L)
Tonchigüe	26,9±0,22	5,1±0,17	14,8±8,6	33,7±0,08	2,5	4,67
Mompiche	25,4±0,59	5,6±0,06	50,8±26,7	33,2±0,21	8	4,70
Jama	25,8±0,12	5,6±0,01	45,2±23,7	33,4±0,06	8	7,38
Jaramijó	25,0±0,33	5,9±0,03	63,6±21,2	33,3±0,18	5,4	3,40
San Mateo	24,5±0,29	5,7±0,19	48,4±27,4	33,3±0,13	6	22,58
Ayangue	23,9±0,78	5,8±0,85	54,8±24,4	33,7±0,53	9	4,17
Santa Rosa	23,7±0,33	6,3±0,35	49,0±29,6	33,6±0,20	10	7,77
Anconcito	24,1±0,74	5,7±0,69	59,8±26,6	33,8±0,47	12	7,10
Playas	26,5±0,09	4,5±0,02	54,0±22,2	34,7±0,07	2	26,86
Pto. Bolívar	28,3±0,09	3,5±0,24	22,8	33,0±1,5	2	53,98

Tabla 2.1: Resumen de los parámetros oceanográficos por caletas más importantes.

Los Esciénidos son especies euritermas y eurihalinas que resisten cambios bruscos de temperatura desde 2 a 38 °C y de salinidad desde 5 a 39 ‰, aunque la temperatura óptima para la cría de esta especie es de 25 °C. Según estos requisitos, prácticamente todas las caletas son válidas a excepción de Puerto Bolívar ya que su temperatura es más elevada.

Además todas ellas cumplen el requisito general de presentar una velocidad del agua superior a 0,1 m/s, es decir 10cm/s, con lo que se asegura un buen intercambio.



2.4.2 Ubicación en la zona marítima.

La profundidad, distancia a la costa y ubicación dentro de un área reservada se resume en la tabla siguiente.

Caleta	Profundidad (m)	Distancia a la costa (mn)	¿Dentro de reserva?
Tonchigüe	24,0±0,43	4,21	No
Mompiche	23,0±1,0	1,76	No
Jama	20,6±0,65	2,31	No
Jaramijó	21,2±0,60	1,36	No
San Mateo	29,2±0,8	1,10	No
Ayangue	27,8±1,0	1,84	No
Santa Rosa	24,0±0,8	1,81	Si
Anconcito	20,5±1,1	2,614	No
Playas	14,7±0,7	3,48	No
Pto. Bolívar	16,9±1,8	1,01	No

Tabla 2.2: Profundidad, distancia a la costa y ubicación dentro de área reservada para cada caleta.

La profundidad de las caletas de Playas y Puerto Bolívar es menor que la del resto, lo que las hace menos atractivas para situar la instalación, ya que la poca profundidad afecta al tamaño de las jaulas y consecuentemente a su producción, además imposibilita cumplir con los 15m de distancia que deben existir según la ley entre el fondo marino y el de la jaula para facilitar la dispersión de los contaminantes producidos en las jaulas.

Por otro lado la distancia a la costa de Playas y Tonchigüe es mayor que en el resto de los casos, lo que incrementaría los costes de producción ya que aumentan los costes de transporte y el tiempo necesario para las labores de mantenimiento, alimentación, cosechas etc. La única estación que se encuentra en una reserva natural es la de Santa Rosa (Reserva de Producción Faunística de Santa Elena) lo cual la imposibilita por ley para albergar la instalación.

2.4.3 Valoración de las caletas:

A continuación se realiza una valoración de cada caleta respecto a factores de infraestructura y logística, económicos y sociales, hidrográficos e hidrológicos, además de aspectos biológicos, físicos, químicos y ubicación. La suma de todas las evaluaciones de factores otorga una puntuación total que se expone en la siguiente tabla.



Caleta	Puntuación total
Tonchigüe	174
Mompiche	192
Jama	221
Jaramijó	231
San Mateo	231
Ayangué	225
Santa Rosa	212
Anconcito	228
Playas	198
Pto. Bolívar	195

Tabla 2.3: Resultados de evaluación de cada caleta.

Las caletas de Tonchigüe, Mompiche, Playas y Puerto Bolívar tienen las puntuaciones más bajas, mientras que Santa Rosa tiene una puntuación intermedia. Las caletas de Jaramijó y San Mateo poseen las calificaciones más altas y ambas se encuentran próximas a la ciudad de Manta.

2.4.4 Análisis de pesticidas e hidrocarburos:

En los análisis realizados en el estudio no se encontraron concentraciones significativas de pesticidas de compuestos clorados y órgano clorados en los sedimentos de ninguna de las caletas muestreadas. Tampoco se detectaron hidrocarburos y ninguna de las estaciones presentó problemas por contaminación de pesticidas, insecticidas o hidrocarburos.

2.4.5 Análisis de la meiofauna.

Según el estudio, en todas las estaciones se encontraron organismos que componen la meiofauna, garantizando una fuente de renovación y disturbio en el sedimento, que lo mantienen en buen estado ambiental. En ninguna de las estaciones se encontraron ambientes bentónicos anóxicos.

La mayor abundancia de individuos y especies se encontró en Salinas (Santa Rosa) y Anconcito. El número de especies más alto se encontró en Jama. Los anélidos fue el grupo de invertebrados más abundante y el género Maldane la especie predominante. Se identificaron un total de 204 organismos y 85 especies.

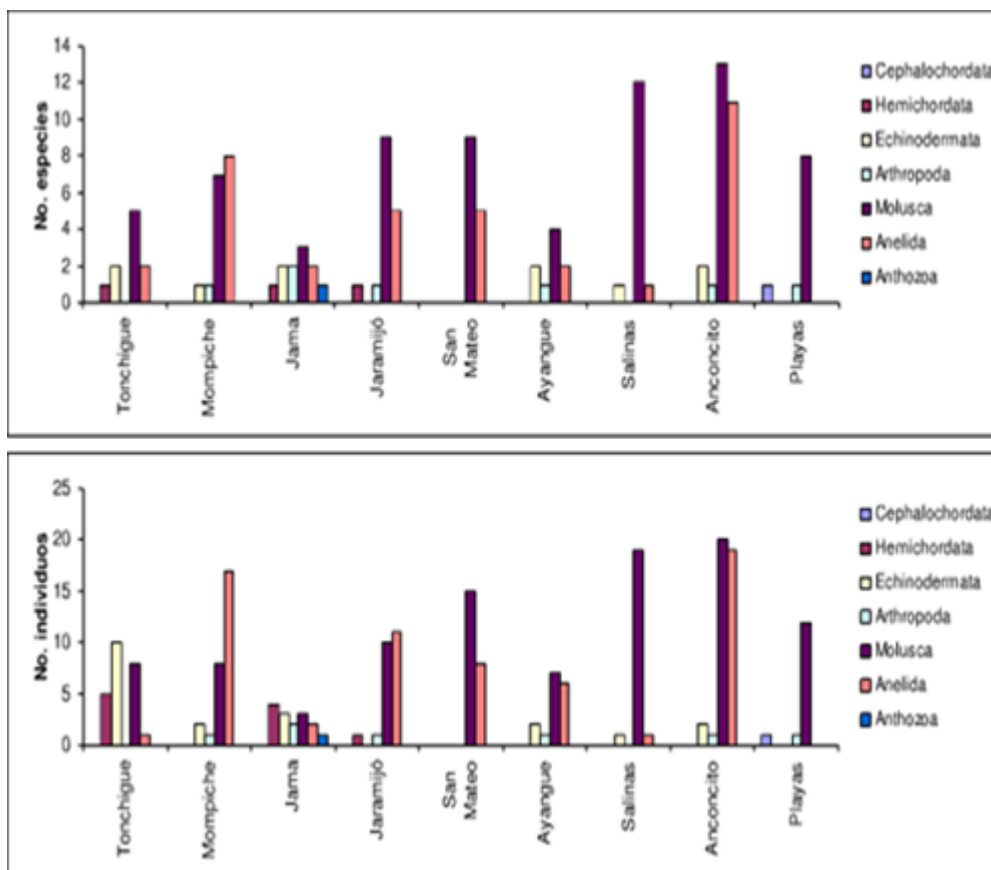


Figura 2.11: Número de especies e individuos en cada estación

2. 4.6 Metales pesados, coliformes, nutrientes, pH y ORP.

En la tabla siguiente se resumen los valores obtenidos para algunos metales pesados, pH y ORP en los sedimentos de todas las caletas estudiadas. También se incluyen los valores obtenidos para los nutrientes y coliformes de la columna de agua. La mayoría de los valores indicados presenta una variabilidad normal para el ambiente marino de sedimentos y agua.

Los valores sobre la presencia de coliformes son muy bajos, indicando ambientes con calidad de agua óptimos para la crianza de peces. Los valores de materia orgánica también son bajos para zonas afectadas por efluentes de ríos.

De los metales pesados, el mercurio no fue detectable a los niveles de cuantificación (LOQ), esto sugiere sedimentos no contaminados.

Los valores de oxígeno en el agua medidos a las 3:00 am, indican cantidades de oxígeno adecuadas para la crianza de peces a las horas del día donde se esperan valores mínimos.



Ninguno de los valores de los parámetros medidos indica ninguna razón para descartar las estaciones estudiadas para un proyecto de maricultura.

Tipo	Rango	Valor a comparar	Referencia
Materia orgánica	0,6 – 3,16%		
Pb	0,54 – 4,82 ppm	0,01	TULAS, 2002
Hg	< LOQ	0,0001	TULAS, 2002
Co	0,08 – 1,01 ppm	0,2	TULAS, 2002
Mg	306,1 – 327,5 ppm	0,1	TULAS, 2002
Sulfuros	< 0,2 mg/L		
Nitratos	0,005 – 3,1 mg/L		
Nitritos	0,001 – 0,065 mg/L		
Amonio	0,005 – 0,013 mg/L		
Fosfatos	0,023 – <1,5 mg/L		
Silicatos	0,068 – 1,26 mg/L		
Sulfatos	747 – 3.340 mg/L		
Coliformes totales	<3,6 NMP en dilución 1/10		
Coliformes fecales	<1,8 NMP 5 caletas	200	TULAS, 2002
Vibrio Cholerae	Ausente		
Vibrio parahemolytic	<3 NMP 5 caletas		
Pseudomonas	<1,8 5 caletas		
PH (agua)	4,79 – 7,20	6,5 – 9,5	TULAS, 2002
PH (sobre sedimento)	5,81 – 8,05		
ORP	-208 – 163		
O2 (mínimo a las 3 am)	5,61 – 6,84 mg/L	4,5 – 6,0 a 36‰	TULAS, 2002

Tabla 2.4: Rango de valores de materia orgánica, metales pesados, sulfuros, pH y ORP en los sedimentos de todas las caletas estudiadas. También se incluyen los valores de nutrientes, coliformes, pH y oxígeno en el agua. La referencia es el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria TULAS, 2002 de Ecuador.

2.5 Elección del emplazamiento

Para realizar la elección del emplazamiento se ha realizado una tabla resumen de los parámetros más importantes para las playas susceptibles de albergar una instalación de maricultura. Se han omitido aquellas que han sido descartadas anteriormente por no cumplir algunos de los aspectos, por ejemplo, el caso de Santa Elena, que por pertenecer a una reserva natural no es apta para este empeño.



	T (°C)	O ₂ (mg/L)	Corriente (cm/s)	S (%)	Secchi (m)	Clorofila (µg/L)	Profundidad (m)	Distancia a la costa (mn)	Puntuación
Jama	25,08± 0,12	5,6±0,01	45,2±23,7	33,4±0,06	8	7,38	20,6±0,65	2,31	221
San Mateo	24,5± 0,29	5,7±0,19	48,4±27,4	33,3±0,13	6	22,58	29,2±0,8	1,10	231
Ayangue	23,9± 0,78	5,8±0,85	54,8±24,4	33,7±0,53	9	4,17	27,8±1,0	1,84	225
Anconcito	24,1± 0,74	5,7±0,69	59,8±26,6	33,8±0,47	12	7,17	20,5±1,1	2,61	228

Tabla 2.5: tabla resumen de los parámetros en las playas susceptibles de albergar la instalación.

Una vez analizados todos los datos presentados anteriormente se ha escogido la playa de San Mateo como emplazamiento de la instalación. Para tomar esta decisión se ha tenido en cuenta el óptimo de temperatura de 25°C para la cría de corvina, la mayor profundidad que posee, lo que permite utilizar jaulas de mayor tamaño respetando los 15m hasta el fondo submarino así como su menor distancia a la costa. También influye positivamente la alta puntuación que obtuvo en el estudio en los aspectos económicos, sociales y de infraestructura así como el situarse próximo a una próspera ciudad como es la ciudad de Manta.

La tabla siguiente resume los parámetros más significativos del emplazamiento escogido

Localización	San Mateo
T (°C)	24,5±0,29
O ₂ (mg/L)	5,7±0,19
Corriente (cm/s)	48,4±27,4
S (%)	33,3±0,13
Profundidad (m)	29,2±0,8
Distancia a la costa (mn)	1,10

Tabla 2.6: Parámetros del emplazamiento escogido



3 Plan de producción

3.1 Introducción

El objetivo principal del plan de producción es el establecimiento de la previsión del engorde de los peces, teniendo en cuenta las fechas de captura, según los meses, y de recolección de los peces (clasificación, despesque, movimiento de jaulas, etc.).

Tras un estudio del mercado de corvina en Ecuador se llega a la conclusión de que su consumo es habitual en todos los meses del año al no tratarse de un pescado de temporada, ni estar especialmente destinado a ningún tipo de fiesta nacional. A su vez el precio del producto se mantiene también constante, presentando una pequeña subida para las fiestas navideñas, lo cual no ocurre tan solo en el caso de la corvina, sino en todos los productos no considerados de primera necesidad.

Ya que no existe una necesidad específica del pescado en ningún mes determinado, se ha procedido a realizar tres entradas de igual número de alevines, en los meses de Marzo, Julio y Noviembre, de manera que la siembra se produzca de una forma uniforme durante todo el año, obteniéndose un flujo constante de aporte de pescado al mercado evitando provocar la saturación del mismo.

3.2 Cálculo de la producción

Para poder realizar el cálculo de la producción es necesario determinar una serie de parámetros propios de la especie en estudio como son el SGR o Tasa Específica de Crecimiento, la mortalidad y el FCR o Factor de Conversión del Alimento. Estos parámetros son de una importancia vital para poder realizar el plan de producción y con ello el dimensionamiento de la instalación. En este proyecto se trabaja con la *S. Ocellatus* por ser la existente en las aguas ecuatorianas, especie novedosa para instalaciones de acuicultura motivo por el que los datos existentes acerca de sus niveles de crecimiento, alimentación o mortalidad en jaulas marinas son escasos o inexistentes. Para poder decidir los valores más aproximados a utilizar en este proyecto se consultaron diversos libros de biología marina facilitados por la facultad de marítima de la Universidad Politécnica del Litoral de Guayaquil, libros más especializados en la acuicultura de la corvina, principalmente el escrito por don Salvador Cárdenas titulado “Crianza de la corvina”, además de consultar la opinión de expertos como don Enrique Blacio, don Daniel Beaz, doña Teresa Jiménez o el propio Salvador Cárdenas. También se pidió bibliografía y datos experimentales a la Asociación de Acuicultura de Texas, aunque más tarde se comprobó que la mayor parte de ellos era para la fase larvaria o pre engorde en tanques, pero ningún dato de engorde en jaulas marinas.



Finalmente, y a falta de datos más exactos, se decidió dividir el ciclo de producción a considerar en tres etapas:

Etapas 1:

Engorde de los alevines desde los 40g hasta los 450g, la mortalidad considerada en esta etapa será del 15% y una Tasa Específica de Crecimiento $SGR=1,2$

Etapas 2:

Engorde de los peces desde los 450g hasta los 1.000g, con una mortalidad considerada del 5% y un $SGR=1\%$.

Etapas 3:

Engorde de los peces desde los 1.000g hasta los 2.000g, con una mortalidad considerada del 2% y un $SGR=0,8\%$.

3.2.1 Estudio del número de alevines y tiempos de engorde

- Producción total: 300 toneladas
- Pesos de venta:
 - Individuos de 450g (180 toneladas)
 - individuos de 2kg (120 toneladas)
- Ciclo productivo.
 - Fase 1: de 40g a 450g
Mortalidad: 15%
 $SGR=1,2$
 - Fase 2: de 450g a 1 kg
Mortalidad: 5%
 $SGR=1\%$
 - Fase 3: de 1 kg a 2kg
Mortalidad: 2%
 $SGR=0,8\%$

Partiendo de los datos expuestos anteriormente se realiza una estimación del número total de alevines que serán necesarios para obtener la producción deseada. Para ello se aplica la siguiente expresión:



$$N^{\circ} \text{ Alevines} = \frac{\text{Producción(kg)} \times 100}{(100 - \text{Mortalidad}) \times \text{PesoVenta(kg)}}$$

En este caso se ha realizado en dos pasos, dado que la intención es obtener un 60% de la producción de ejemplares de 450g y 40% restante de individuos de 2kg de peso.

$$N^{\circ} \text{ Alevines}(450g) = \frac{180.000 \times 100}{(100 - 15) \times 0,45} = 470.589$$

$$N^{\circ} \text{ Alevines}(2kg) = \frac{120.000 \times 100}{(100 - 22) \times 2} = 76.923$$

Por lo tanto el número de alevines total que se necesitará introducir para alcanzar la producción de 300t será:

$$N^{\circ} \text{ Alevines total} = N^{\circ} \text{ Alevines}(450g) + N^{\circ} \text{ Alevines}(2kg) = 547.512$$

Como es de interés poder tener producción de pescado durante todo el año se realizarán tres introducciones de alevines a la largo del año, en Marzo, Julio y Noviembre, por lo que el número de alevines por siembra será:

$$N^{\circ} \text{ Alevines por siembra} = \frac{N^{\circ} \text{ Alevines total}}{N^{\circ} \text{ siembras}} = \frac{547.512}{3} = 182.504$$

Una vez conocido el número de alevines que se introducirán en cada siembra, se procede a calcular el tiempo que será necesario para que cada individuo alcance el peso de venta deseado. Para ello se ha empleado la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ Días} = \frac{100 * (\ln(P_f) - \ln(P_i))}{SGR}$$



Como se detalla en el ciclo de producción descrito anteriormente se consideran tres valores de SGR en función del rango de pesos del animal, los resultados obtenidos son los siguientes:

- Fase 1: de 40 g a 450g
SGR=1,2%

$$N^{\circ}Días = \frac{100}{1,2} \cdot \ln\left(\frac{450}{40}\right) = 201,7 = 6,6meses$$

- Fase 2: de 450 g a 1000g
SGR=1%

$$N^{\circ}Días = \frac{100}{1} \cdot \ln\left(\frac{1.000}{450}\right) = 79,85 = 2,62meses$$

- Fase 3: de 1000 g a 2000g
SGR=0,8%

$$N^{\circ}Días = \frac{100}{0,8} \cdot \ln\left(\frac{2.000}{1.000}\right) = 86,64 = 2,84meses$$

Peso final de 450g		Peso final de 2kg	
Nº de días	201,7	Nº de días	368,2
Nº de meses	6,6	Nº de meses	12,06

Tabla 7: Tiempos de engorde

3.2.2 Estimación teórica de introducciones y ventas

A continuación se incluye el plan de producción estimado, en el que se detallan los meses en los que debe realizarse la siembra de alevines y los meses en los que se espera obtener el pescado del peso deseado para realizar su venta.



PLAN DE PRODUCCIÓN 3 Entradas					
		Entrada (nº alevines)	Peso total (kg)	Salida (nº individuos)	Peso total (t)
2012	Enero				
	Febrero				
	Marzo	182.504	73.002		
	Abril				
	Mayo				
	Junio				
	Julio	182.504	73.002		
	Agosto				
	Septiembre				
	Octubre			133.333	60 (450g)
	Noviembre	182.504	73.002		
	Diciembre				
Total 450g				133.333	60t
Total 2kg				0	0t
Total					60t
2013	Enero				
	Febrero			133.333	60(450g)
	Marzo	182.504(ciclo2)	73.002(ciclo2)	20.000	40(2kg)
	Abril				
	Mayo				
	Junio			133.333	60(450g)
	Julio	182.504(ciclo2)	73.002(ciclo2)	20.000	40(2kg)
	Agosto				
	Septiembre				
	Octubre			133333(ciclo2)	60(450g)
	Noviembre	182.504(ciclo2)	73.002(ciclo2)	20.000	40(2kg)
	Diciembre				
Total 450g				399.999	180t
Total 2kg				60.000	120t
Total					300t

Tabla 2.8: Estimación de entradas y salidas

TOTAL CICLO	Entrada	Salida
	547.512 individuos	180t (450g) 120t (2kg)

Tabla 2.9: Estimación de entradas y salidas en un ciclo.



Las tablas anteriores muestran una distribución teórica del flujo de individuos durante los dos primeros años así como las entradas y salidas totales que se producen en un ciclo. Estas estimaciones no se producirán de forma exacta en la realidad. Para hacer una mejor aproximación se calculará el crecimiento de los individuos mes a mes, así como, los pesos que van adquiriendo partiendo de su peso inicial y la tasa de crecimiento diario.

3.3.3 Cálculo y distribución de la producción

Una vez se conozca el peso de los individuos, tanto a principios como a finales de mes (o en cualquier otro momento que sea de interés), así como el número de individuos que hay en cada jaula, se podrá conocer el peso de la biomasa que existe en cada momento. La cantidad de biomasa es un dato fundamental a la hora de dimensionar la instalación. El engorde de la corvina debe realizarse en unas condiciones de carga en torno a los 29 /m³, por lo que en función de las toneladas de pescado que tengamos en cada momento será necesario unas jaulas de menor o mayor tamaño, o bien, realizar una división de los peces en más de una jaula para mantener los niveles máximos admisibles de carga.

Para poder dimensionar las jaulas también se deben conocer las toneladas de pienso que deben ser suministradas al mes a cada jaula, utilizando para ello el factor de conversión o feedconversionrate (FCR). El peso del pienso deberá tenerse también en cuenta a la hora de calcular la carga de las jaulas, para determinarlo se utilizará la siguiente expresión:

$$Pienso(kg) = [P_f(kg) - P_i(kg)] \times FCR \times n^{\circ}alevines$$

Otro punto a tener en cuenta es el crecimiento desigual de los peces durante el engorde, lo que obliga a realizar una preclasificación según pesos para evitar que en una misma jaula coexistan alevines con pesos muy dispares. Para ello se clasificarán los alevines en cabeza, cuerpo y cola. Los alevines considerados 'cabeza' son aquellos que tienen un peso superior al de la media y se estima en que representen el 20% del total. Los 'cuerpos', son aquellos alevines que tienen un peso medio, este grupo será el más numeroso incluyendo al 60% del total. Por último, las 'colas' son aquellos que su nivel de crecimiento ha sido inferior y por tanto presentan menor peso, al igual que las cabezas, se estima que este grupo representa el 20% total.

Una vez realizada la clasificación deberán separarse cada grupo en diferentes jaulas y continuar, ya por separado, el proceso de engorde.



En las páginas siguientes se incluye de forma detallada el plan de producción a seguir en la instalación. En él se indican, para cada mes, el número de individuos que tiene cada jaula, el peso de los individuos, el peso total en toneladas que soporta la jaula y por último los kilogramos de pienso que hay que suministrar para obtener esos incrementos de peso. Para conseguir todos estos valores se tomó como peso inicial de los alevines 40g, una tasa de crecimiento de 1,2% para los individuos con pesos comprendidos entre los 40 y los 450 g, un 1% para aquellos con un peso entre los 450 g y 1 kg y, por último, un 0,8% para la fase final de engorde entre 1 y 2 kg de peso. El factor de conversión considerado es del 1,7 y las mortalidades consideradas son del 15% en la primera fase de crecimiento (hasta los 450g), del 5% para la segunda fase (450 g a 1 kg) y del 2% en la tercera (hasta los 2 kg).



Año 1	Jaula 1	Jaula2	Jaula3	Jaula4	Jaula 5	Jaula 6	Observaciones
Enero							
Febrero							
Marzo	Introducción1 182.504 alevines 40g Peso jaula 7,30t 5.484,8Kg pienso	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	Realizamos la 1ª introducción
Abril	178.356individuos 57,68g Peso jaula 10,29t 7.729,1Kg pienso	vacio	vacio	vacio	Vacio	Vacio	
Mayo	174.303individuos 83,17g Peso jaula 14,50 t 10.891,7Kg pienso	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	
Junio	170.341individuos 119,93g Peso jaula 20,43t 15.348,4Kg pienso	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	
Julio	Cuerpo(1) 99.882individuos 172,93g Peso jaula 17,27t 12.977,2Kgpienso	Cabeza(1) 33.294individuos 200,00g Peso jaula6,66t 5.002,9Kg pienso	Cola(1) 33.294individuos 150,00g Peso jaula 4,99t 3.752,2Kg pienso	Introducción2 182.504 alevines 40g Peso jaula 7,30t 5.484,8Kg pienso	Vacio	Vacio	-Realizamos la 2ª introducción -Preclasificamos(1)
Agosto	Cuerpo(1) 97.612individuos 249,36g Peso jaula 24,34t 18.287,3Kg pienso	Cabeza(1) 32.537individuos 288,39g Peso jaula9,38t 7.050,0Kg pienso	Cola(1) 32.537individuos 216,29g Peso jaula7,04t 5.287,5Kgpienso	178.356individuos 57,68g Peso jaula 10,29t 7.729,1Kg pienso	Vacio	Vacio	



Septiembre	Cuerpo(1) 95.393individuos 359,56g Peso jaula 34,30t 14.932,2Kg pienso	Cabeza(1) 31.798individuos 415,85g Peso jaula 13,22t 5.756,6Kg pienso	Cola(1) 31.798individuos 311,89g Peso jaula 9,92t 4.317,4Kg pienso	174.303individuos 83,17g Peso jaula 14,50 t 10.891,7Kg pienso	Vacio	Vacio	-El día 19 de septiembre Retiramos cuerpo (1) 94.043 individuos 451,64 g 42,47 t
octubre	Vacio	Cabeza(1) 31.091individuos 583,08g Peso jaula18,13t 10.990,5Kg pienso	Vacio	170.341individuos 119,93g Peso jaula 20,43t 15.348,4Kg pienso	Vacio	Vacio	-1 octubre Retiramos cola (1) 31091individuos 447,03 g Peso jaula13,90t
noviembre	Introducción 3 182.504 alevines 40g Peso jaula 7,30t 5.484,8Kg pienso	Cabeza(1) 30.493 individuos 791,02 g Peso jaula 24,12t 11.331,3Kg pienso	Vacio	Cuerpo(2) 99.882individuos 172,93g Peso jaula 17,27t 12.977,2Kgpienso	Cabeza(2) 33.294individuos 200,00g Peso jaula6,66t 5.002,9Kg pienso	Cola(2) 33.294individuos 150,00g Peso jaula 4,99t 3.752,2Kg pienso	-Realizamos la 3ª introducción Preclasificamos (2)
Diciembre	178.356individuos 57,68g Peso jaula 10,29t 7.729,1Kg pienso	Cabeza(1) 30.278 individuos 1009,61 g Peso jaula 30,57t 14.360,8Kg pienso	vacio	Cuerpo(2) 97.612individuos 249,36g Peso jaula 24,34t 18.287,3Kg pienso	Cabeza(2) 32.537individuos 288,39g Peso jaula9,38t 7.050,0Kg pienso	Cola(2) 32.537individuos 216,29g Peso jaula7,04t 5.287,5Kg	



Año 2	Jaula 1	Jaula2	Jaula3	Jaula4	Jaula 5	Jaula 6	Observaciones
Enero	174.303individuos 83,17g Peso jaula 14,50 t 10.891,7Kg pienso	Cabeza(1) 30.065 individuos 1.288,61 g Peso jaula 38,74t 18.200,3Kg pienso	<i>vacio</i>	Cuerpo(2) 95.393individuos 359,56g Peso jaula34,30t 14.932,2Kg pienso	Cabeza(2) 31.798individuos 415,85g Peso jaula 13,22t 5.756,6Kg pienso	Cola(2) 31.798individuos 311,89g Peso jaula 9,92t 4.317,4Kg pienso	- El día 7 de enero Retiramos Cabeza(2) 32.368 individuos 452,29 g 14,64t -El día 19 de enero RetiramosCuerpo(2) 94.043 individuos 451,64 g 42,47 t
Febrero	170.341individuos 119,93g Peso jaula 20,43t 15.348,4Kg pienso	Cabeza(1) 29.853 individuos 1.644,71 g Peso jaula 49,10 t 23.066,3Kg pienso	<i>vacio</i>	<i>Vacio</i>	<i>Vacio</i>	<i>Vacio</i>	-1 febrero Retiramos cola (2) 31.091individuos 447,03 g Peso jaula13,90t
Marzo	Cuerpo(3) 99.882individuos 172,93g Peso jaula 17,27t 12.977,2Kgpienso	Cabeza(3) 33.294individuos 200,00g Peso jaula6,66t 5.002,9Kg pienso	Cola(3) 33.294individuos 150,00g Peso jaula 4,99t 3.752,2Kg pienso	Introducción 4	<i>Vacio</i>	<i>Vacio</i>	1-marzo - Retiramos cabeza (1) 29.643 individuos 2.099,21 g Peso jaula 62,23t Preclasificamos (3) CICLO 2
Abril	Cuerpo(3) 97.612individuos 249,36g Peso jaula 24,34t 18.287,3Kg pienso	Cabeza(3) 32.537individuos 288,39g Peso jaula9,38t 7.050,0Kg pienso	Cola(3) 32.537individuos 216,29g Peso jaula7,04t 5.287,5Kgpienso	(4)	<i>Vacio</i>	<i>Vacio</i>	



Mayo	Cuerpo(3) 95.393individuos 359,56g Peso jaula 34,30t 14.932,2Kg pienso	Cabeza(3) 31.798individuos 415,85g Peso jaula 13,22t 5.756,6Kg pienso	Cola(3) 31.798individuos 311,89g Peso jaula 9,92t 4.317,4Kg pienso	(4)	Vacio	Vacio	-El día 19 de mayo Retiramos cuerpo (3) 94.043 individuos 451,64 g 42,47 t
Junio	Vacio	Cabeza(3) 31.091individuos 583,08g Peso jaula18,13t 10.990,5Kg pienso	Vacio	(4)	Vacio	Vacio	-1 junio Retiramos cola (3) 31.091individuos 447,03 g Peso jaula13,90t
Julio	Introducción (5)	Cabeza(3) 30.493 individuos 791,02 g Peso jaula 24,12t 11.331,3Kg pienso	Vacio	Cuerpo(4)	Cabeza(4)	Cola(4)	
Agosto	(5)	Cabeza(3) 30.278 individuos 1.009,61 g Peso jaula 30,57t 14.360,8Kg pienso	Vacio	Cuerpo(4)	Cabeza(4)	Cola(4)	
Septiembre	(5)	Cabeza(3) 30.065 individuos 1288,61 g Peso jaula 38,74t 18.200,3Kg pienso	Vacio	Cuerpo(4)	Cabeza(4)	Cola(4)	-El día 19 de septiembre Retiramos cuerpo (4) 94.043 individuos 451,64 g 42,47 t
Octubre	(5)	Cabeza(3) 29.853 individuos	Vacio	Vacio	Cabeza(4)	Vacio	-1 octubre Retiramos cola (4)



		1.644,71 g Peso jaula 49,10 t 23.066,3Kg pienso					31.091individuos 447,03 g Peso jaula13,90t
Noviembre	Cuerpo(5)	Cabeza(5)	Cola(5)	Introducción (6)	Cabeza(4)	Vacio	1-noviembre -Retiramos cabeza (3) 29.643 individuos 2.099,21 g Peso jaula 62,23t
Diciembre	Cuerpo(5)	Cabeza (5)	Cola (5)	(6)	Cabeza(4)	Vacío	



En el cuadro anterior se especifica todo lo relativo al primer ciclo con sus tres introducciones, del ciclo siguiente sólo se deja marcado el momento de la siembra de los alevines y la separación según pesos pero no se detalla en exceso ya que no aportaría nueva información pero podría complicar el entendimiento.

Como resumen se incluye un cuadro de entradas y salidas:

Año 1	Entradas	Salidas
Enero		
Febrero		
Marzo	Realizamos la 1ª introducción 182.504 alevines	
Abril		
Mayo		
Junio		
Julio	Realizamos la 2ª introducción 182.504 alevines	
Agosto		
Septiembre		45,47 t (451,6g) (cuerpo 1ª introducción)
Octubre		13,90t (447g) (cola 1ª introducción)
Noviembre	Realizamos la 3ª introducción 182.504 alevines	
Diciembre		
Total 450g		56,37 t
Total 2kg		0 t
Año 2		
Enero		14,64t (452.3g) (cabeza 2ª introducción) 42,47t(451,6g) (cuerpo 2ª introducción)
Febrero		13,9t (447g) (cola 2ª introducción)
Marzo		62,23t (2099g) (cabeza 1ª introducción)
Abril		
Mayo		42,47t (451,6g) (cuerpo 3ª introducción)
Junio		13,90t (447g) (cola 3ª introducción)
Julio		
Agosto		
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		62,23t (2.099g) (cabeza 3ª introducción)



		3ª introducción)
Diciembre		
Total 450g Total 2kg		127,38t 124,46t
TOTAL DEL CICLO DE PRODUCCIÓN	557.710	183,75t (450g) 124,46t (2kg)

Tabla 2.10: Entradas y salidas por año y ciclo.



4 Dimensionamiento de las jaulas

A la vista de los resultados obtenidos previamente en el estudio de la producción se puede establecer que el número de jaulas mínimo necesario es de cinco, ya que en el supuesto analizado de seis jaulas siempre existe alguna vacía. No obstante se ha decidido realizar una instalación de seis jaulas, esto se debe a la mayor facilidad de diseño, instalación y mantenimiento de una instalación con un número par de jaulas ya que proporciona simetría al conjunto.

Con una instalación de seis jaulas se consigue cumplir con el plan de producción deseado realizando tres siembras por ciclo, y teniendo en cuenta los momentos de separación de los individuos según sus pesos. Durante algunos meses se tendrán jaulas albergando individuos tanto de un ciclo como del posterior, pero en ningún caso es necesario superar el número de seis jaulas.

Para realizar el dimensionamiento de las seis jaulas será necesario tener en cuenta la capacidad de carga máxima permitida, la cual tiene un valor máximo de 29 kg/m³ (información obtenida del trabajo de Salvador Cárdenas, “Crianza de la corvina”, tabla 10, página 27).

A continuación se analizan distintas posibilidades suponiendo una densidad de carga máxima de 27 kg/m³, para mantener un margen de seguridad respecto a los 29 kg/m³ máximos y teniendo en cuenta que la máxima carga que soportarán las jaulas será de 62,23t en el momento de despesques de los individuos de 2kg.

A partir de la carga soportada y la carga máxima permitido, obtenemos el volumen mínimo que deben tener las jaulas para poder llevar a cabo el plan de producción:

$$V_{min} = \frac{\text{carga soportada (kg)}}{\text{densidad de carga } (\frac{kg}{m^3})} = \frac{62.230kg}{27 \frac{kg}{m^3}} = 2.304,8m^3$$

A continuación se incluye una tabla con distintas opciones de diámetro y profundidad para conseguir el volumen mínimo requerido. Por ser éste un proyecto de cooperación, se primará la fabricación propia de la jaula a partir de los distintos componentes bases, lo que nos aporta dos ventajas. La primera de ellas fomenta la creación de empleo en la zona escogida como emplazamiento para la instalación, dotando a los trabajadores de una formación en las distintas áreas necesarias para su ejecución que posteriormente les facilitará el acceso al mercado laboral en mejores condiciones de competitividad, también se pretende fomentar la industria local adquiriendo, siempre que sea posible, la mayor parte de elementos (redes, tubos, cabos) en empresas ecuatorianas o bien dentro del mercado sudamericano. La segunda ventaja de optar por la fabricación de la jaula es la mayor libertad a la hora de elegir los



diámetros de las jaulas ya que no será necesario escoger modelos estándar disponibles en el mercado.

A pesar de la intención prioritaria de fabricación propia no se descarta, en principio, la opción de adquirir las jaulas dentro de un modelo comercial, para ello se han consultado distintas empresas del sector como son “Oban” o “Enviromar”, ambas con sede en Chile, debido a la inexistencia de este tipo de empresas dentro de Ecuador.

Los diámetros analizados a continuación están basados en modelos comerciales disponibles en Chile, de manera que sean aptos tanto para la fabricación propia de la jaula como para su adquisición ya construida.

Opción	Diámetro (m)	Profundidad (m)	Volumen (m ³)	Área en superficie (m ²)
1	16	8	1.608,50	201,06
2	16	9	1.809,56	201,06
3	16	10	2.010,62	201,06
4	16	11	2.211,68	201,06
5	16	12	2.412,74	201,06
6	19	8	2.268,23	283,53
7	19	9	2.551,76	283,53
8	19	10	2.835,29	283,53
9	19	11	3.118,82	283,53
10	19	12	3.402,34	283,53

Tabla 2.11: Posibles opciones de profundidad y diámetro.

En la tabla anterior se analizan diez posibilidades suponiendo unos diámetros de 16 y 19 m y unas profundidades para cada diámetro de 8, 9, 10, 11 y 12m. . No se han considerado profundidades mayores para facilitar el intercambio de agua en el emplazamiento escogido, el cual posee 29m de profundidad.

Para poder cumplir con la exigencia de volumen mínimo es necesario escoger entre las opciones 5, 7, 8, 9 o 10 ya que las demás nos proporcionan un volumen de jaula demasiado pequeño, lo que implicaría no poder alcanzar la producción deseada o bien hacerlo bajo unas densidades de carga mayores de las recomendadas.

Las opciones 8, 9 y 10 han sido descartadas ya que el volumen que proporciona está muy por encima del necesario, lo que supone un sobredimensionamiento de la instalación que la encarecería y dificultaría su manejo.



Entre las opciones 5 y 7 hemos decidido escoger la opción número 7, ya que a pesar de que el área en superficie es algo mayor por serlo el diámetro consideramos que la relación de dimensiones es mejor y se aproxima más a las de otras jaulas comerciales, además se logra una mayor separación entre el fondo de la jaula y el lecho marino mejorando la dispersión de residuos.

Las dimensiones principales de las jaulas serán:

Diámetro	19 m
Altura	9 m
Volumen	2.551,76 m ³
Área en superficie	283,53 m ²

Tabla 2.12: Dimensiones principales de la jaula.



5 Resumen de las características principales de la instalación.

Para concluir este cuaderno incluimos un cuadro resumen de todo lo analizado anteriormente destacando las características principales de la instalación.

Tipo de instalación	Jaulas flotantes
Localización	San Mateo, provincia de Manta
Número de jaulas	6
Producción total	300 t de corvina
Díámetro	19 m
Altura	9 m

Tabla 2.13: Características principales de la instalación.



Bibliografía

- Daniel Beaz, apuntes de la asignatura “Ingeniería de la acuicultura” temas 8 y 9.
- Salvador Cárdenas, “Crianza de la Corvina”
- Fabián Jijón Tinoco, Johnnie Castro, Marcos Álvarez MESAS DE ACUICULTURA MARINA, “Un aporte de profesionales vinculados a la actividad, como herramienta para la toma de decisiones sobre el surgimiento de la Acuicultura Marina en Ecuador”, Guayaquil Ecuador 2008.
- Daniel Benetti, Subsecretaría de Recursos Pesqueros, “Consultoría para la elaboración de estudios básicos y de factibilidad para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas del mar costero ecuatoriano para la diversificación productiva del sector costero artesanal”. Informe final, abril 2010.
- M. T. Jiménez, E. Pastor, A.Grau, J.I. Alconchel, R.Sánchez, S. Cárdenas, “Revisión del cultivo de esciénidos en el mundo, con especial interés en la corvina *ArgyrosomusRegius*” Boletín Instituto Español de Oceanografía 21 (1-4) 2005: 169-175.
- Philippe Paqoutte, “Red drum farming in Martinique: a new prospect for Caribbean marine aquaculture”, Communication at the IIFET (*International Institute for Fisheries Economics and Trade*) Conference Tromso1998.
- S. Cárdenas, “Acuicultura de esciénidos en el Mediterráneo”.II Congreso de acuicultura mediterránea, Sociedad Catalana de Biología. Tarragona, Octubre 2009.
- <http://www.oban.cl/>
- <http://www.enviromar.com/>
- James T.Davis, “Red Drum production of Food Fish”. The Texas A & M University System.

Cuaderno 3: Disposición general

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 3: Disposición general



Índice:

1. Descripción de las jaulas flotantes.	Página 2
2. Estructura de flotación y sustentación.	Página 5
2.1 Elementos de flotación	Página 6
2.2 Elementos de la barandilla	Página 7
2.3 Elementos del soporte	Página 7
3. Recinto o bolsa de red	Página 10
3.1 Redes	Página 14
3.1.1 Red interior	Página 14
3.1.2 Red anti pájaros	Página 15
3.1.3 Tratamiento anti fouling	Página 16
3.2 Elementos adicionales	Página 16
4. Sistema de fondeo	Página 19
5. Balizamiento.	Página 31
6. Operaciones.	Página 35
6.1 Operaciones de limpieza.	Página 35
6.2 Operaciones de cambio de redes	Página 36



Cuaderno 3: Disposición general

1 Descripción de las jaulas flotantes

El cultivo en jaulas fue iniciado por pescadores del Sureste asiático para mantener vivos por cortos períodos de tiempo los peces que iban cosechando. El confinamiento intensivo de peces en jaulas para incrementar su tamaño es una técnica que viene desde principios de siglo.

Hoy en día el cultivo en jaulas es practicado en muchas regiones del mundo, y es una industria que prospera en algunos lugares.



Figura 3.1: Jaula flotante.

Las jaulas fueron, probablemente, las primeras estructuras usadas por los pescadores para mantener vivos a los peces capturados durante la jornada de trabajo hasta su venta en el mercado, pero el cultivo en jaulas es relativamente reciente.

La evolución ha sido tremenda desde sus orígenes, y hoy, existe una gran diversidad de tipos y diseños, pero las podemos clasificar en cuatro tipos: fijas, flotantes, sumergibles y sumergidas. Siendo las jaulas flotantes las que utilizaremos en el proyecto por tratarse del método más utilizado y por lo tanto del que existe mayor variedad a la hora de adquirir los materiales necesarios para su construcción. A su vez este tipo de jaulas resultan ser las menos restrictivas en cuanto su adaptación a los lugares de cultivo.

Se trabajara con jaulas de categoría 1 que son las jaulas de gravedad, que se caracterizan por que la flotabilidad de su parte superior y el peso mantienen la forma y el volumen frente a las fuerzas aplicadas desde el exterior. Su volumen depende de la interacción entres las fuerzas de gravedad y las fuerzas del movimiento del agua.

El primer diseño de este tipo lo realizó Bridgestone para los pescadores de atún japoneses que querían mantener vivos los peces en alta mar hasta el momento de su transporte a tierra. La primera jaula se instaló en Japón en 1983 y en Europa una granja de Irlanda adquirió la primera en el verano de 1984. Desde esta fecha se han instalado más de 300 jaulas “HI-SEAS” en todo el mundo.

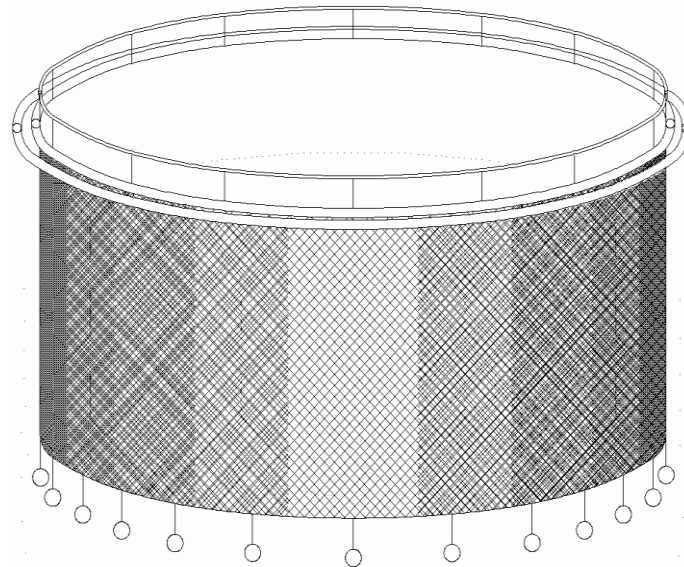


Figura 3.2: Jaula flotante.

Las jaulas flotantes presentan tres elementos principales, que son: la estructura de flotación y sustentación, el recinto o bolsa de red y el sistema de fondeo.

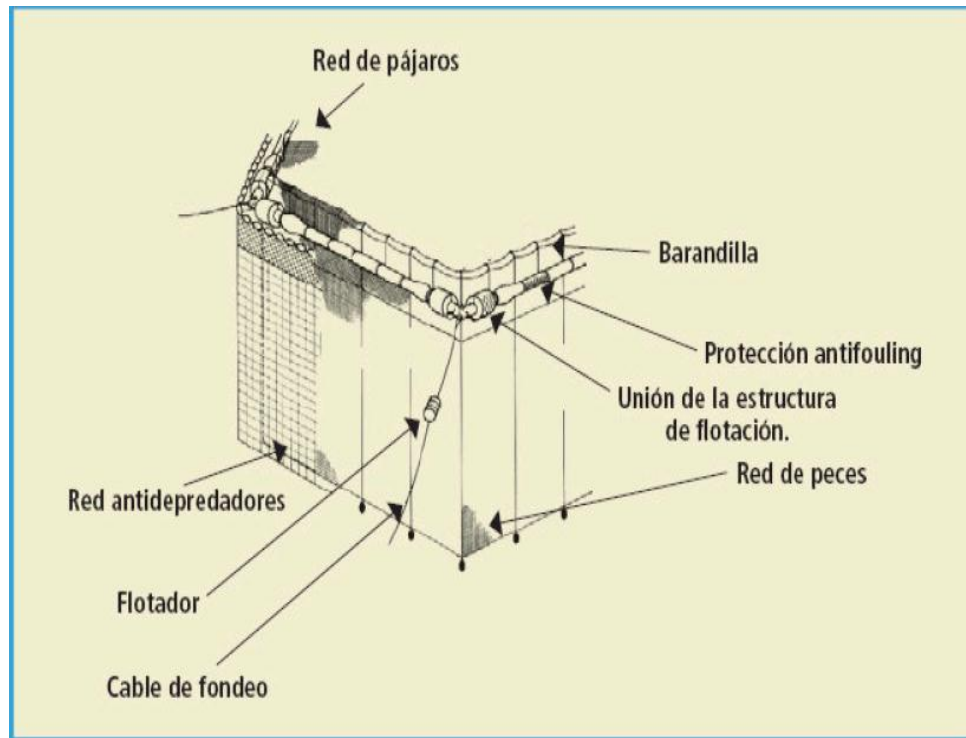


Figura 3.3: Elementos de una jaula flotante.

2 Estructura de flotación y sustentación:

Esta estructura es un collar o anillo que sostiene la bolsa (parte a través de la barandilla y parte a través de los anillos de flotación), sirve de auxiliar para la flotación y resiste los esfuerzos variables del fondeo en las condiciones ambientales, y, además proporciona la flotabilidad necesaria. La estructura de flotación está formada por los elementos de flotación, la barandilla y los elementos de soporte.



Figura 3.4: Estructura de flotación.

Antiguamente la tendencia era trabajar con tamaños de jaulas más pequeños pero con el paso de los años y el avance tecnológico se ha demostrado que se obtienen mejores rendimientos y resultados en jaulas de mayor tamaño.

A la hora de elegir el tamaño del sistema de flotación hay que tener en cuenta varias observaciones contrapuestas para de esta forma alcanzar el tamaño óptimo que aporte el máximo beneficio tanto estructural como operacional. Estos conceptos a tener en cuenta serán los siguientes:



Por un lado dado que las fuerzas de las olas y de las corrientes son proporcionales a la superficie expuesta del sistema de flotación, se recomienda que dicho sistema sea del menor tamaño posible lo que lleva consigo la construcción del sistema de flotación con materiales de baja densidad.

Por otro lado si esta estructura es ancha, facilita mucho los trabajos de alimentación, cambio de redes y despesque.

Hace unos pocos años los flotadores se fabricaban en una gran variedad de materiales como la madera, la fibra, el caucho, el acero o el aluminio, pero han ido dando paso a los más modernos de HDPE gracias a su menor coste, menor peso, mayor resistencia, mayor flexibilidad y mayor fiabilidad. En el caso de aguas abiertas, debido al orden de los esfuerzos resultantes en los flotadores, solamente se han considerado dos tipos en cuanto a materiales, los tubos cilíndricos de acero de calidad offshore y los tubos cilíndricos de polietileno de alta densidad.

En la actualidad la tendencia del mercado es la mayor parte de las jaulas flotantes se realizan con un diseño de dos o más anillos fabricados con tubos de polietileno de alta densidad (HDPE), rellenos o no de poliuretano expandido en función de las necesidades de flotación de cada estructura en concreto.

Las características del HDPE han hecho que actualmente la casi totalidad de las estructuras flotantes instaladas en el mar estén fabricadas de este material.

2.1 Elementos de flotación:

Para el sistema de flotación del proyecto se emplearan dos tubos de HDPE-80(norma ISO 4427:2007) de diámetro $D=250\text{mm}$ y de espesor $e=19,4\text{mm}$ (PN 10) de color negro, ya que presenta las características adecuadas para la envergadura de esta instalación. El peso de estos tubos es de $13,54\text{ kg/m}$.

Para la realización del sistema de flotación está previsto adquirir los tubos dentro del mercado ecuatoriano promoviendo así la industria nacional y fomentando la creación de empleo, para ello se ha comprobado que existen empresas capaces de proveer los tubos necesarios con las características anteriormente descritas, como por ejemplo la empresa "plastigama". Para la unión de los tubos que darán forma al anillo de flotación se empleará la termo fusión, para este proceso se empleará la máquina Basic 250 (ver anexo). Esta máquina puede ser rentada a empresas expertas en el sector como puede ser "Ritmo: plastic welding technology" la cual, además del alquiler de la máquina, ofrece servicios de capacitación a los trabajadores locales dotándoles de las habilidades necesarias para el correcto desarrollo de este tipo de soldaduras. Con esta capacitación se consigue un doble objetivo: por un lado



obtenemos un beneficio económico para la empresa responsable de la construcción de la instalación ya que, en adelante, podrá contar dentro de su plantilla con trabajadores aptos para este trabajo evitando tener que subcontratar a terceros, además se consigue un beneficio social dotando a una serie de trabajadores de una formación avanzada en un campo específico que posteriormente podrán utilizar tanto en la propia instalación como en otros trabajos del sector.

Dado que se van a emplear tubos de 11,8 metros de longitud, para cubrir el total de la circunferencia (60 metros) serán necesarios 5,08 tubos de estas características para el aro interior y 5,19 tubos también de 11,8 metros de longitud para el aro exterior.

La longitud total de este tipo de tubo que habrá que adquirir para la construcción de las 6 jaulas será:

$$L_{total} = 6 \cdot \pi \cdot (D_{interior} + D_{exterior}) = 6 \cdot \pi \cdot (19 + 20)m = 735m$$

2.2 Elementos de la barandilla:

La barandilla se situará a una distancia de 1,2 metros de altura con respecto al sistema de flotación, se emplearán tubos de HDPE-80 como en los elementos anteriores pero en este caso de diámetro $D = 110\text{mm}$ y espesor $e = 7\text{ mm}$ (PN 8).

2.3 Elementos de soporte:

Para la unión de los tubos de flotación se utilizarán unas piezas denominadas brackets. En general el bracket está formado por tres elementos principales: la base, el mástil o soporte de la barandilla y un elemento de paso para la barandilla.

El diseño de los brackets puede variar de una instalación a otra pero en todos los casos deben tener los elementos anteriores. Las principales diferencias se encuentran en el diseño de la base la cual puede estar formada por dos o tres anillos, por dentro de los cuales pasarán los tubos de flotación, una plancha superior y diferentes elementos que le proporcionen la rigidez necesaria en función de las condiciones en las que vaya a operar la instalación. Otra diferencia importante es la propia configuración del bracket que puede incluir todos los elementos en una única pieza o bien adquirirlos por separado, en este caso, el elemento de paso de la barandilla puede tener forma anular o forma en T.

A continuación se presentan varios modelos comerciales en los que se observan los diferentes elementos y las diferencias entre ellos.



Figura 3.5: Bracket suministrado por la empresa Oban

La primera imagen corresponde a un modelo suministrado por la empresa chilena “Oban”, en este caso sería necesario adquirir la base, el mástil y la pieza superior en T para pasar el tubo de la barandilla por separado. La base está formada por tres anillos, los dos exteriores serían los encargados de albergar los tubos de flotación quedando el intermedio libre.



Figura 3.6: Bracket fabricado por la empresa Aister

La segunda imagen es el bracket proporcionado por la empresa “Aister”, en este caso todos los elementos (base, soporte de barandilla y anillo superior) vienen integrados en una sola pieza, el número de anillos es de dos, al igual que tubos de flotación e incluye una serie de refuerzos entre ellos para aumentar su resistencia.



Figura 3.7: Diferentes modelos de bracket fabricados por la empresa Enviromar

Por último se incluyen varios modelos fabricados por la empresa “Enviromar”, todos ellos fabricados en polietileno de alta densidad y compuestos por una base de dos anillos, un mástil con diferentes configuraciones según la necesidad y un anillo para el paso de la barandilla.

Para este proyecto se ha optado por un diseño de bracket que incluya todos los elementos en una pieza única, y que su base disponga de dos anillos preparados para albergar los dos tubos de flotación de 250 mm que forman la instalación. Tanto los modelos suministrados por Aister como por Enviromar serían aptos para la instalación. Una vez más, y debido al carácter solidario del proyecto, se opta por el bracket fabricado por Enviromar ya que esta empresa posee sede en Chile promoviendo así el mercado sudamericano además de disminuir los gastos de traslado. Según las propias especificaciones del fabricante el más apto para una instalación de dimensiones entre 15 y 22m de diámetro sería el modelo intermedio ENVIRO-60 Mod. “L”



3 Recinto o bolsa de red:

El recinto limita el volumen de agua donde los peces se confinan para realizar el cultivo. Las formas son variables, pero para especies gregarias como es el caso de la corvina es preferible hacerlas de forma redonda, ya que tienden a nadar en círculos cuando están en cautividad.

A la hora de elegir un tipo de red u otra hay que tener muy presente sus características y si con ellas cumplen las necesidades que serán necesarias durante su vida útil. Podemos destacar puntos como los siguientes:

- Deben de ser lo bastante fuertes como para resistir el impacto de objetos flotante y el posible ataque de depredadores.
- Deben de ser capaces de soportar la biomasa de los peces que se están cultivando.
- Resistir pequeños esfuerzos sin romperse así como resistir la abrasión y corrosión.
- Deben de presentar baja resistencia a las corrientes de agua para minimizar la deformación y los esfuerzos dinámicos.
- Deben de ser resistentes al fouling para minimizar el incremento de peso que perjudica la flotabilidad, lo cual exige mayores esfuerzo al sistema de fondeo
- En cuanto al tamaño de malla, debe de ser lo suficientemente pequeño para evitar que los peces puedan escapar pero también lo más grande posible para favorecer el intercambio de agua, algo vital para la renovación de oxígeno y la eliminación de residuos.

Antiguamente para la construcción de las jaulas era común el empleo de las mallas rígidas, pero la tendencia actual es la utilización de mallas flexibles, para las cuales resulta difícil estimar su vida útil aunque suele estar entre 3 y 5 años.

En las mallas flexibles las fibras naturales no se utilizan para las redes de la bolsa, por su mayor susceptibilidad a la depredación y a la pérdida de fortaleza. Las redes modernas se fabrican de fibras sintéticas y los tipos más comunes son el nylon o poliamida (PA), el poliéster (PES), el polietileno (PE), el polipropileno (PP) y el Dyneema.

El nylon y el poliéster son fabricados mediante filamento continuo (también llamado multifilamento) que está compuesto por fibras finas de gran longitud y de un diámetro muy pequeño (menos de 50 μ). Algunas redes de polipropileno son fabricadas también con filamento continuo, y otras con fibras producidas por torsión de películas de plástico o fibriladas mecánicamente de la película plástica después de la extrusión.

Las redes de polietileno se fabrican con monofilamentos doblados, que son similares a los filamentos continuos pero con mucho más espesor (100 – 500 μ). Todas estas fibras son conocidas como hilos y son los componentes básicos de los cordones de la red.



Al principio se utilizaban las redes con nudo, habituales en la pesca, aunque hoy en día se utilizan más las redes sin nudo para evitar los roces con el pez lo cual lleva consigo el deterioro de la piel lo cual hace al animal más propenso a enfermedades y los posibles riesgos de daños en los ojos.

Los materiales más utilizados en la fabricación de redes sin nudos son el nylon, el poliéster y el polietileno. Los tres tipos de redes sin nudos que se fabrican actualmente se muestran en la siguiente figura y son los siguientes: japonés, Raschel y trenzado. El Raschel es el utilizado más universalmente, el japonés se fabrica y utiliza casi exclusivamente en Japón y el trenzado se recomienda para mar abierto donde las cargas cíclicas pueden producir un fallo por fatiga.

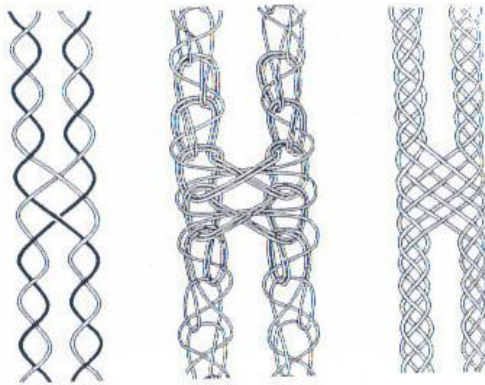


Figura 3.8: Tipos de red sin nudo (Beveridge)

A continuación se presenta un cuadro con algunas características de cinco fibras sintéticas según Milne y Klust.



	PA ^a 66	PA 6	PES ^b	PE ^c	PP
Densidad de la fibra (g / cm ³)	1.14	1.14	1.38	0.96	0.91
Resistencia a la rotura	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Alto
Resistencia a la rotura húmeda, % Rs. en seco	85-95 ^d	85-95 ^d	100	110	100
Peso en el agua, en % del peso en seco	12	12	28	0 (Flotante)	0 (Flotante)
Extensibilidad húmeda	Alto	Alto	Bajo	Intermedio entre PA y PES	Bajo
Rigidez	Flexible	Flexible	Moderadamente rígido	Rígido	Rígido
Ductilidad	Suave	Suave	Moderado	Duro	Duro
Resistencia a la acción del tiempo, Sin tratamiento ni teñido	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo-medio
Resistencia al «fouling»	Moderado	Moderado	–	Bajo	Moderado

^a Poliamida. ^b Poliester tipo terylene/dacron/diolen/tergal/tedron/trevira.

^c Polietileno de alta densidad, polimerizado a baja presión. ^d Filamento continuo.

Tabla 3.1: Características de fibras sintéticas (Milne y Klust)

Se adjunta también una tabla preparada por Klust y que se encuentra incluida por la FAO en su documento “Netting Material Characteristics. FoodAgricultureOrganization of UnitedNations”

CARACTERÍSTICAS	MATERIAL			
	POLIETILENO (PE)	POLIESTER (PES)	POLIAMIDA (PA)	POLIPROPILENO (PP)
Densidad de la fibra, g/cm ³	0,96	1,38	1,14	0,91
Resistencia a la rotura en seco	Alta	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Resistencia a la rotura húmeda, % Rs. en seco	110	100	85 - 95	110
Encogimiento en agua a 100 °C, en %	5-10	8	10	3
Tenacidad, gr. / denier (en seco y en húmedo)	4,5-6,0 en seco 4,5-6,0 húmedo	6,0-7,0 en seco 6,0-7,0 húmedo	7,0-8,5 en seco 6,0-7,8 húmedo	8,0-8,5 en seco 8,0-8,5 húmedo
Alargamiento hasta rotura, en %	3,6	16	25	–
Extensibilidad húmeda (cualitativo)	Entre PA y PES	Baja	Alta	Baja
Peso en el agua, en % del peso en seco	No absorbe agua	1 28%	1 12%	No absorbe agua
Resistencia a la acción del tiempo, (sin tratamiento ni teñido)	Mediana	Alta	Mediana	Baja-Mediana

Tabla 3.2: Características de fibras sintéticas (Klust)



A continuación se presenta una tabla resumen de densidades y características:

Material	Peso Específico (gr/cm ³)	Características
NYLON	1,14	Flexible. Resistente a la tensión. Fácilmente incrustable.
POLIESTER	1,38	Pesado. Resistente a los rayos U.V. y a la abrasión. Absorbe agua fácilmente.
POLIETILENO	0,95	Ligero. Barato. Absorbe muy poca agua. Rígido.
ESTER-K	1,60 - 1,70	Mezcla de hilos de Poliéster y Nylon Metálico (con granitos de plomo).
VECTORAN	1,41	Pesado. Resistente a la tensión.
KEVLAR	1,44	No apropiado para redes y sí para cabos.
SPECTRA	0,95	Ligero. Resistente a la tensión.
PELTORON	2,5 - 4,0	Filamentos de Poliéster mezclados con hilos de Nylon Metálico (con granitos de plomo).
SPUN NYLON	1,14	Resistente a la tensión. Poco voluminosa.

Tabla 3.3: Materiales utilizados en la construcción de redes

Las características técnicas que pueden definir una red son las siguientes:

- Material (Polietileno, poliéster, nylon, polipropileno...).
- Tipo de fibra (sencilla o múltiple).
- Grado de torsión
- Método de fabricación (Raschel o torsionado japonés).
- Tamaño de malla.
- Diámetro de la bolsa.
- Requerimientos especiales: “antifouling”, rigidizadores...

La comparación directa de redes con o sin nudo es muy difícil porque muchos de los ensayos mecánicos utilizados normalmente en redes con nudo no pueden ser realizados en redes sin nudo. Pero se pueden hacer algunas comparaciones cualitativas. El problema de las redes con nudos son precisamente los nudos ya que son costosos, tanto en tiempo como en material, y aumentan mucho el peso de la red. El nudo constituye el punto más débil de la red, aumenta la capacidad de arrastre y la adherencia del fouling así como produce daños en los peces. La red sin nudos, en cambio, pesa menos (hasta un 50 %), es más barata, es más fácil de manejar, se fabrica fácilmente en máquinas automáticas con menos material, la resistencia a la abrasión es más alta porque su superficie es más suave pero es algo menos resistente al desgaste por fatiga.

Los materiales más habitualmente utilizados para la red sin nudos son el nylon, el polietileno y el poliéster. Este último es más caro y por eso se utiliza menos. Desde el punto de vista económico todas las ventajas están con el nylon que compensan sus desventajas (rigidez y resistencia al mojado). El polietileno es una alternativa al nylon porque es más barato y su disponibilidad es muy alta en todo el mundo, sin embargo sus características son inferiores.



El volumen del recinto es muy variable, aunque existe un mínimo alrededor de los 700m³, por debajo de la cual el coste de la jaula por unidad de volumen no es rentable, los peces se sienten “agobiados” en un recinto tan pequeño y la renovación de agua y de oxígeno no es la adecuada. El máximo, en cambio no está limitada más que por la capacidad de cada instalación para realizar los trabajos de operación y mantenimiento. Como dato anecdótico se puede decir que los noruegos tienen ya redes para el cultivo del salmón en mar abierto de más de 100.000m³.

A continuación se describen los distintos elementos que formarán el recinto o bolsa de red en la instalación.

3.1 Redes

A la hora de la elección de la red más adecuada, se han tenido en consideración varios puntos, en primer lugar la búsqueda de materiales cuyas propiedades físicas cumplan los requerimientos exigidos, y en segundo lugar que sean de fabricación o distribución nacional, para con ello disminuir los gastos de importación y promover el mercado interior del país.

3.1.1 Red interior

La función de la malla interior es limitar el volumen de agua donde los peces se confinan para realizar el cultivo. Como se ha explicado anteriormente se debe elegir un tamaño de malla de un tamaño tal que maximice el paso del flujo de agua marina pero que impida que los peces escapen del recinto.

Para poder determinar el tamaño de malla más apropiado se consultaron expertos tanto en fabricación de redes como don Leopoldo Guillén de la empresa IRC, y expertos en acuicultura es el caso de don Antonio Hernández.

Con su ayuda se decidió usar tres redes con distintos tamaños de malla para llevar a cabo el plan de producción.

La red de siembra tendrá un tamaño de malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, lo que equivale en el sistema internacional a 19,05mm, esta red será utilizada en la primera fase de engorde, es decir, durante el periodo de engorde desde los 40 g hasta los 175 g.

Una segunda red con un tamaño de malla de una pulgada, es decir, 24,5mm que se usará cuando los animales alcancen un peso medio de 175 g, esto es en el momento de separación de los peces según sus tamaños en cabeza, cuerpo y cola hasta que alcancen el peso de 1 kg, momento en el que una parte de los peces habrán terminado su ciclo de engorde y otra parte siga creciendo hasta alcanzar los 2 kg.



La tercera red que se empleará tendrá un tamaño de malla de 4 pulgadas o 101,6mm y se usará en la última etapa de engorde desde los 1.000g hasta los 2kg

En el punto 6.2 “Operaciones de cambio de redes” de este mismo cuadernillo se incluye una explicación del momento y las jaulas en las que se producirán estos cambios de acuerdo al plan de producción detallado en el cuaderno 2 “Dimensionamiento”.

En este proyecto se utilizarán paños Raschel de poliéster color negro sin tratamiento de alquitrán, sin nudo y con doble borde tanto inferior como superior. En el caso de la dos primeras redes podrán ser adquiridas en empresas como “Probrisa” la cual tiene sede en Manta, por lo que el transporte hasta el lugar de la instalación es ciertamente pequeño (20 minutos por carretera). Sin embargo esta empresa no tiene capacidad de proveer el último tipo de red por lo que será necesario adquirirlas en otro lugar. Algunas alternativas para su adquisición son: La empresa IRC “Internacional de Redes y Cuerdas”, empresa española especializada en el sector y que posee sede en Chile lo cual facilitaría el transporte o Redsinsa empresa también española con productos para la acuicultura. En principio se prefiere la primera opción debido a su sede en Chile que disminuiría los costes de transporte.

3.1.2 Red anti pájaros

También es necesario proteger la parte superior del recinto con otra red para salvaguardar a los peces de los predadores aéreos, tales como la gaviota o los albatros. La red de pájaros es especialmente importante en jaulas de preengorde o alevinaje, cuando el tamaño del pez es todavía atractivo para las diferentes especies depredadoras. Se utilizarán redes de nylon de malla cuadrada de 5 pulgadas, es decir, 127mm. Además se colocará un soporte central para la red anti-pájaros por dos motivos: evitar su contacto con el agua (fouling) y el exceso de tensión sobre la barandilla. La red podrá ser adquirida en el mercado nacional, en la empresa “Probrisa” mientras que el soporte se adquirirá en el mercado chileno a la empresa “Oban”



Figura 3.9: Red anti pájaros con soporte.



3.1.3 Tratamiento anti-fouling

En ocasiones es necesario dotar a las redes con un tratamiento anti-fouling para así evitar que pueda haber incrustaciones de organismos marinos en las fibras, lo cual disminuye notablemente las propiedades y vida útil de las redes y dilatando a su vez los periodos entre limpiezas lo cual supone también un importante ahorro económico.

Cabe destacar dos tipos de agentes anti-fouling:

- Agentes no-tóxicos, como la silicona con la que se puede recubrir los hilos de la red y sus accesorios, haciendo resbaladizo el conjunto, lo que evita en gran medida la adherencia de los microorganismos marinos y facilitando, por tanto la limpieza de la red.
- Agentes tóxicos, como el óxido de cobre que es un veneno para algas y moluscos y que, por lo tanto, sólo debe ser utilizado en granjas destinadas a cultivar exclusivamente peces. Los agentes tóxicos se pueden incorporar a un material aglutinante que se fija a la estructura de la jaula y, también, a pigmentos que ayudan a atenuar el efecto pernicioso de los rayos ultravioletas del sol sobre los materiales que integran la red.

Durante la medición de microorganismos en la zona seleccionada para la construcción de la granja se ha podido observar una existencia elevada de los mismos, lo cual obliga a la utilización de agentes anti-fouling para evitar con ello el deterioro prematuro de la instalación y mejorar el intercambio de agua y oxigenación.

De las dos opciones existentes ahora mismo en el mercado se ha optado por la menos agresiva con el medio marino, eligiendo por tanto una resina de naturaleza acuosa, lo cual facilita la manipulación, quedando impregnada con la evaporación del agua.

3.2 Elementos adicionales

Además de la propia malla el recinto debe incluir diversos elementos que permitan dar y mantener la forma cilíndrica deseada, para ello se disponen una serie de cabos que constituyen el esqueleto o armadura de la red. Éste está formado por dos tipos de cabos, los verticales o nervios y los horizontales o relingas.

En este caso la instalación estará formada por jaulas de 19m de diámetro y 9m de profundidad por lo que los elementos que se dispondrán, además de la malla, para formar el recinto serán:

- ✓ *Cuerdas verticales o nervios:* Se dispondrán un total de 32 cuerdas verticales equidistantes desde la boca (a la altura de la barandilla) hasta el fondo.



- ✓ *Anillos transversales de cuerda:* Se colocarán cinco anillos transversales. El primero estará en la boca a la altura de la barandilla y recibe el nombre de relinga superior, el segundo en la flotación a 0,5m de profundidad el cual recibe el nombre de relinga de flotación, el tercero a una profundidad de tres metros, el siguiente a 6m de profundidad y por último, otro en el fondo también llamado relinga de fondo.
- ✓ *Cabos horizontales:* Además de los cabos descritos anteriormente para formar los anillos transversales, se pondrán dos cabos horizontales más formando una cruz en la base del fondo de la jaula.
- ✓ *Gazas de amarre:* Irán situadas en las relingas superior, de flotación y de fondo. Serán un total de 32 gazas por relinga y se colocarán en la unión con los cabos verticales.
- ✓ *Tubo inferior anti corriente o froya:* El nombre de este sistema viene del lugar donde por primera vez fue usado en la isla Froya en Noruega. En este sistema, un tubo similar a los usados para la flotabilidad del vivero aunque algo más pequeño, se rellena de un peso (cadena o hilos de acero) que le proporciona un peso homogéneo e inamovible. Este anillo se cuelga de los tubos de flotación a una profundidad ligeramente superior a la de la red. Tendrá un perímetro de 60 m, fabricado en polietileno y estará lastrado para mantener la forma cilíndrica de la red. El diámetro el tubo, así como el lastrado se determinará en el cuaderno 7 “análisis estructural”.



Figura 3.10: Anillo anti corriente o froya.

Otros elementos que debe incluir la jaula son:

- ✓ Cabo de levantamiento, el cual va desde la relinga superior o de barandilla hasta el fondo y continúa convirtiéndose en transversal.
- ✓ Los cabos de unión a la barandilla son los que amarran la relinga de barandilla o superior a la barandilla o pasamanos de la estructura rígida.



- ✓ Las bolinas son los cabos que amarran la relinga de superficie o de flotación a los aros flotantes (figura). Otro método para fijar la red a los tubos de flotación es dejar una longitud extra en los nervios verticales y amarrar las bolinas a estos extremos de los nervios para que sean ellos los que trabajen y no la red. En este proyecto se optará por esta segunda opción.



Figura 3.11: Bolinas, "Global Aquafish"



4 Sistema de fondeo

El sistema de fondeo resulta fundamental al desempeñar toda una serie de funciones de máxima importancia para el correcto funcionamiento de la planta:

- Debe mantener la ubicación de la instalación.
- Amortiguar los movimientos bruscos del mar.
- Evitar que las fuerzas generadas se transmitan a la estructura flotante y a las redes.

Es una práctica común el agrupamiento de las jaulas en flotillas ya que con esto se consigue disminuir los costes y a su vez facilitar las operaciones de mantenimiento al resultar más sencillo su manejo. Para determinar esta agrupación habrá que tener en cuenta los siguientes factores, ya que no en todas las ocasiones es posible o beneficiosa dicha práctica.

- Tamaño de la instalación.
- Tamaño y naturaleza del emplazamiento.
- Forma y diseño de las jaulas y de su sistema de unión.
- Dificultades de anclaje.
- Condiciones ambientales.

Dentro de estos factores hay que prestar especial interés a las condiciones ambientales, ya que serán éstas las que limiten en mayor o menor medida el tipo de anclaje que podrá ser utilizado y si se podrá llevar a cabo una agrupación o si por el contrario esto resultará imposible. A la hora de determinar si es posible la agrupación hay que tener en cuenta el intercambio de agua ya que se han observado grandes caídas en el flujo para jaulas colocadas en paralelo, lo cual no hace recomendable poner en paralelo más de dos o tres jaulas.

En este caso la distribución consiste en 6 jaulas colocadas en paralelo tres y tres, como se muestra en la figura siguiente:

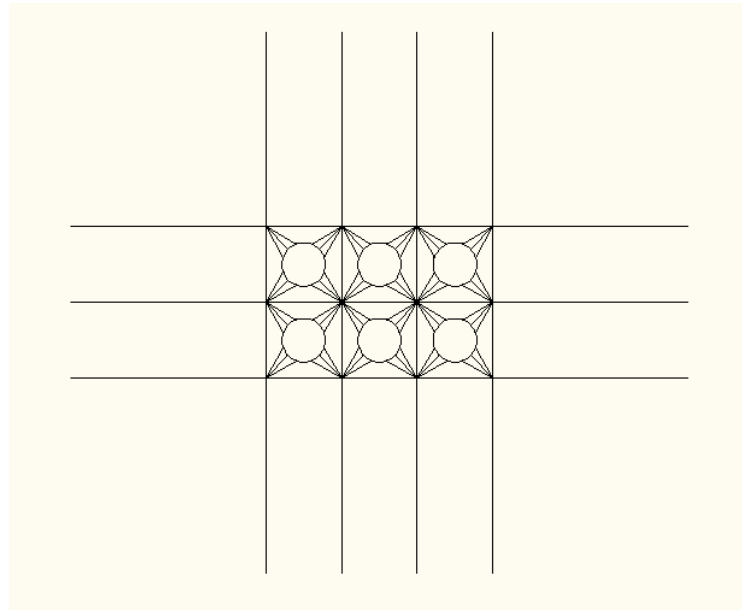


Figura 3.12: Agrupamiento de las jaulas

Dentro de los sistemas de fondeo que se utilizan en la actualidad podemos encontrar los siguientes elementos:

- Anclas especiales o muertos.
- Cadena.
- Cabo de fibra sintética.
- Trozo de cadena o peso de compensación en el centro de la línea de fondeo.
- Cabo de fibra sintética.
- Boya de amortiguamiento antes de la boya principal.
- Pieza de distribución de esfuerzos con la boya principal.
- Cadena o cabo hasta la jaula.

La lista de elementos se ha ordenado desde el fondo hacia la superficie del sistema.

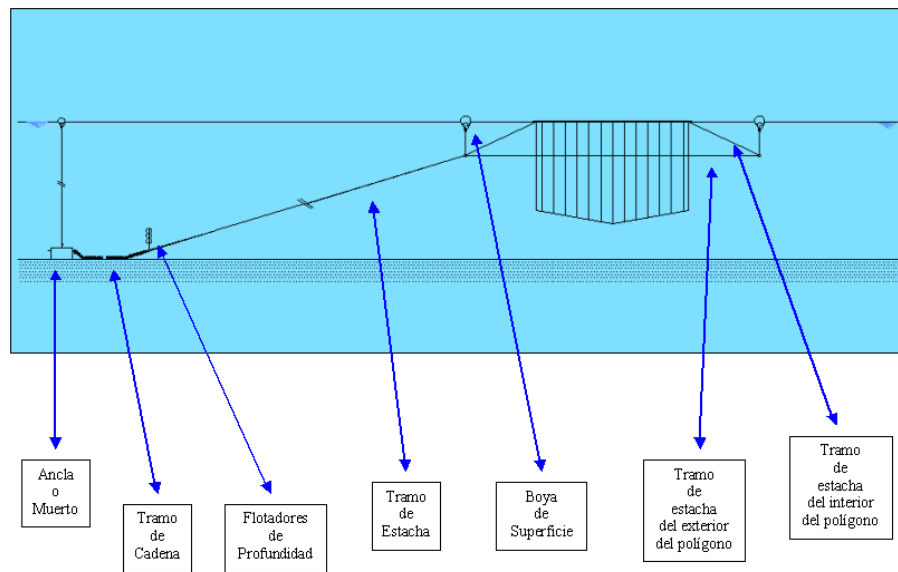


Figura 3.13: Elementos de una línea de fondeo (Global Aquafish)

Las variables que se deben estudiar para el sistema de fondeo son:

- Resistencia del recinto al agua y al viento (olas, corrientes...)
- Características de los fondos (rocoso, arenoso, fangoso...)
- Profundidad del anclaje.
- Variación del nivel del agua (mareas)

Las líneas de anclaje deben realizar dos funciones: resistir y transmitir las fuerzas. Las cargas impuestas a un sistema de anclaje son principalmente dinámicas y por lo tanto es importante que tengan una alta resistencia a la rotura y puedan absorber la mayor parte de la energía cinética de las fuerzas que cambian rápidamente, tales como los esfuerzos provocados por las olas y los esfuerzos repentinos de las ráfagas del viento; todas estas fuerzas serán transmitidas directamente a las anclas o a los muertos que necesitan una gran capacidad de absorción y retención

La cuerda de fibra natural no es muy adecuada para las líneas de anclaje dado que es fácilmente degradable por organismos vivos. El cable de acero, aunque mucho más fuerte, es caro y pesado y tiene poca elasticidad, aunque se utiliza a veces para anclar jaulas en tierra. La cadena es extremadamente fuerte pero se utiliza muchas veces asociada a cuerdas de fibra sintética.

Los cabos de fibra sintética no deben amarrarse directamente a las anclas o elementos de fondeo, sino conectarse con una cadena intermedia. La cadena sirve para aumentar la efectividad del sistema de anclaje, por una parte porque su masa y su forma actuarán como un



anclaje eficiente, y por otra parte porque asegura la catenaria de la línea de anclaje que mejora el poder de retención del fondeo al reducir el ángulo entre esta última y el ancla, e incrementa las propiedades de absorción de la línea. La longitud de la cadena es normalmente inferior a un tercio de la longitud total de la línea de anclaje. La longitud total de esta línea de anclaje debe ser por lo menos cuatro veces la máxima profundidad del emplazamiento.

La separación en línea recta entre los puntos de anclaje situados en el fondo en el fondo y los enganches a la jaula en superficie debe de ser como mínimo igual a tres veces la profundidad del emplazamiento.

La longitud total de la línea será por lo tanto de 120 metros sumando la parte de la cadena y la de la estacha. La cadena tendrá una longitud de 20 metros y un diámetro de 40 mm y estará unida por un lado al ancla y por el otro a la estacha. El resto de la longitud de la línea quedara cubierta por la estacha de 36 mm de diámetro.

Los elementos que componen el sistema de anclaje son los siguientes:

- **Elementos de fijación:** Como elemento de fijación se emplearán 14 anclas. El modelo de ancla escogida será el ancla Stingray por ser el modelo más utilizado actualmente en acuicultura ya que tiene una gran eficiencia con un poder de agarre muy superior al de las anclas tradicionales. Es un ancla diseñada con tecnología offshore que permite grandes ahorros en peso, transporte, almacenaje y montaje, y ha sido probada en condiciones de alta energía medioambiental. El peso del ancla utilizada se determinará en el cuaderno 4, en función de las cargas ambientales a las que esté sometida la instalación. Este tipo de ancla está disponible en la mayoría de empresas dedicadas a la acuicultura como son “SPyA”, “Oban”, “Badinotti” etc. Al igual que con el resto de materiales se primará su adquisición dentro del mercado sudamericano.



Figura 3. 14: Ancla Stingray

- **Cadena:** Cadena de acero de 20 metros de longitud, y de diámetro de 40mm, su peso por unidad de longitud es de 35,8 kg/m y una carga de rotura de 896 kN. En instalaciones de acuicultura suele utilizarse cadenas con contrrete. La cadena con contrrete tiene un refuerzo central en cada eslabón que evita que se enrede y le da un peso adicional. A continuación se ilustra este tipo de cadenas.



Figura 3.15: cadena con contrrete

- **Boya de profundidad:** Se coloca entre el extremo libre de la cadena, opuesto al muerto, y la estacha. Su misión es mantener esta unión fuera de contacto con el fondo marino para evitar el desgaste de la estacha y además actúa como amortiguador de los esfuerzos transmitidos por la línea de fondeo. Serán fabricadas de polietileno y rellenas de espuma de poliuretano, con una capacidad de 32 litros y color amarillo.

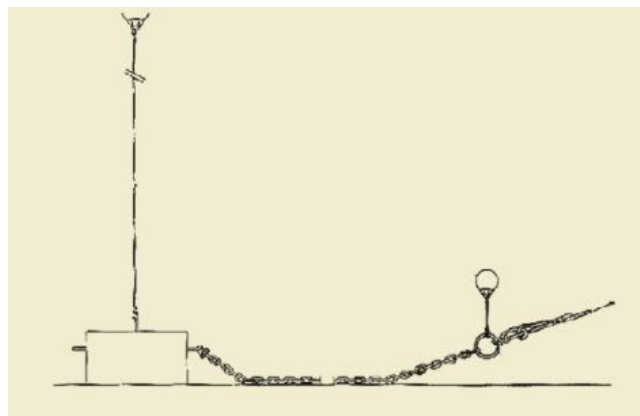


Figura 3.16: Esquema unión cadena, estacha y flotador (Global Aquafish).

- **Unión cadena y estacha:** Para la unión de la cadena con la estacha se suelen utilizar dos métodos fundamentalmente: el primero formado por cadena – grillete – anilla (en la que se engancha el flotador de profundidad) – estacha con guardacabos. Y el segundo con cadena – grillete – anilla (con el flotador de profundidad) – estacha anudada a la anilla. En este caso escogeremos esta última opción porque si algún elemento se rompe este es la estacha siempre, y es más fácil de recuperar el fondeo haciendo otro nudo que montando un guardacabos.

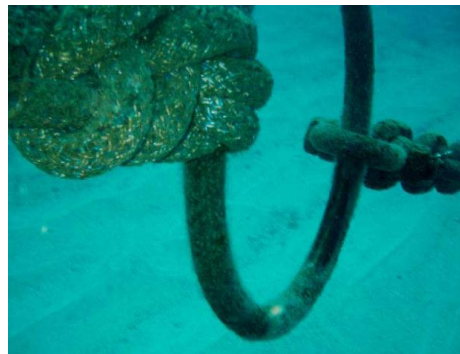


Figura 3. 17: Unión cadena a estacha con anilla (Besmar).

- **Estacha:** El componente básico de las estachas son las fibras sintéticas que pueden ser de varios tipos: elásticas o inelásticas; convencionales o de alta resistencia; flotantes o no flotantes etc. Estas fibras se entrelazan para formar cordones y estos se trenzan para formar los cabos o estachas. Existe gran variedad de materiales utilizados en la fabricación de estachas como son: Polipropileno normal o de alta tenacidad, poliolefinas, Poliéster, nylon, Polietileno...

A continuación se incluye un gráfico obtenido del catálogo de la empresa “SPyA” en el cual se aprecian algunas de las características más importantes de los materiales utilizados en acuicultura.

FIBRAS · Fibras

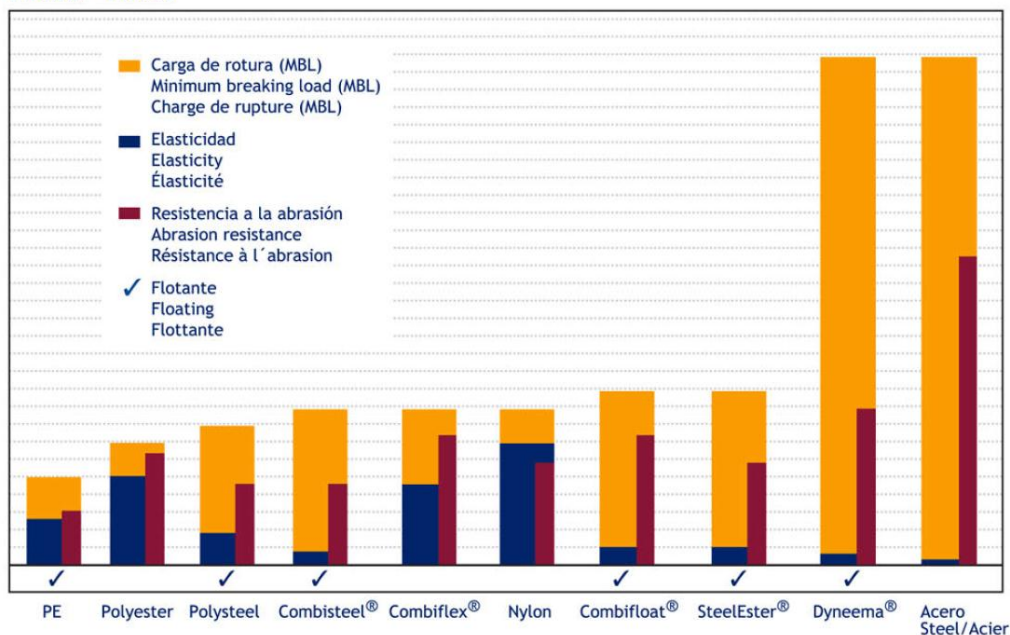


Figura 3.18: Características de materiales utilizados en acuicultura.

La forma de construcción es otro factor clave en el comportamiento de la estacha. Los métodos más comunes de construcción son: Cabos torcido, trenzados, doble trenzado o trenzado circular.

El tipo de estacha a utilizar dependerá de la zona de la instalación en la que vaya a ser utilizado pero además deberán tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

Los polietilenos y polipropilenos se degradan con los rayos UV del sol con lo cual no son muy adecuados para la acuicultura. En el proceso de extrusión para su conformado se les aplica un tratamiento contra los rayos UV, pero es poco eficiente, ya que estos materiales acaban cristalizando al cabo de las 900 horas de exposición al sol. Es decir, que las estachas que están semi-sumergidas o a poca profundidad, solo por el sol, no duran más de dos o tres años.

El nylon tiene entre sus ventajas que es muy elástico. Por el contrario encoge con el agua. La combinación de estos dos factores hace que las medidas nunca sean correctas. Además es un material muy caro.

Las cuerdas trenzadas, a diferencia de las torcidas o cableadas, son de construcción neutra, por lo que no tienen tendencia de giro en ningún sentido. Según su ubicación existirán tres tipos de estacha diferentes: Línea de fondeo (desde la cadena hasta el entramado exterior) representado en color rojo, entramado exterior en color verde y entramado interior en color azul.

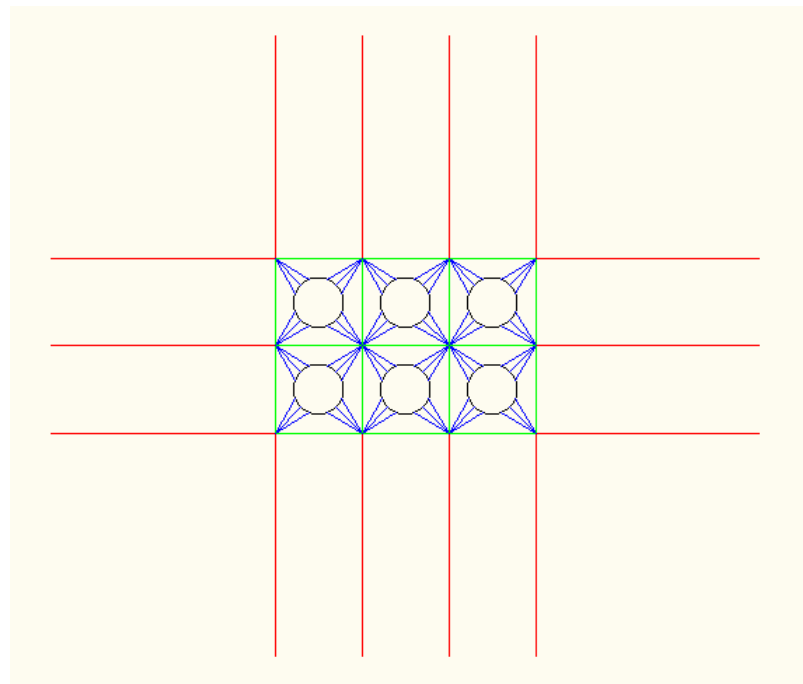


Figura 3.19: Línea de fondeo, entramado exterior y entramado interior.

- ✓ *Línea de fondeo:* Para la línea de fondeo se empleará cabo trenzado de 8 cordones ya que es un cabo anti giratorio de fácil costura e inspección. Los 100 m de estacha necesarios serán fabricados en nylon con un diámetro de

36 mm, el cual tiene un peso por unidad de longitud de 0,8 kg/m y una carga de rotura de 25 toneladas.

- ✓ *Entramado exterior:* Esta estructura de cables mantiene la forma del polígono gracias a las tres patas de gallo que van a cada una de sus esquinas desde cada vivero y recibe los esfuerzos de los movimientos de las jaulas. se empleará cabo trenzado de 8 cordones en polysteel con un diámetro de 36mm, el cual tiene un peso por unidad de longitud de 0,585 kg/m y una carga de rotura de 22 toneladas.
- ✓ *Entramado interior:* Este conjunto de cabos permite sujetar las jaulas al entramado exterior y transmitir los esfuerzos generados por los viveros. Cada uno de los cabos se llama “pata de gallo” y se instalan tres a cada esquina del entramado exterior, doce en total por jaula. Los cabos del entramado interior van amarrados a la jaula en unas zonas de los tubos de flotación. En la foto siguiente se pueden observar estos cabos. Para

este entramado se dispondrán cabos torcidos de doble trenzado en nylon con un diámetro de 36mm.

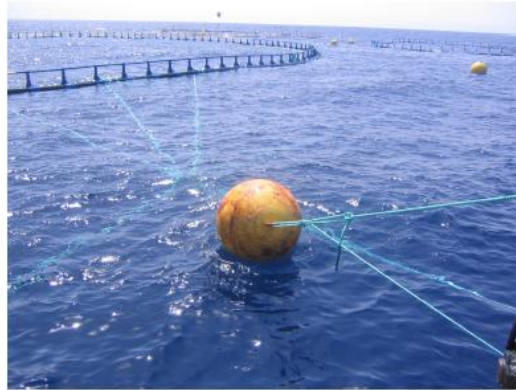


Figura 3.20: Entramado interior.

- **Plato de amarre:** Es uno de los componentes básicos de la línea de fondeo ya que realiza la distribución de los esfuerzos creados en las jaulas y en el entramado superior al entramado inferior, a la estacha y a la cadena. Se debe situar entre 3.5 y 5 metros de profundidad estando sujeto por una cadena de longitud adecuada a una boya en la superficie o boya de fondeo.

Algunas de sus características principales son:

- ✓ Resistencia a los esfuerzos que se originan en el polígono de jaulas.
- ✓ Resistencia al desgaste por abrasión y corrosión.
- ✓ Conexiones fáciles, rápidas y sencillas.
- ✓ Evitar los daños en los elementos de unión de las diversas líneas que a él se conectan.

Existen diferentes modelos de platos de amarre algunos con diseños sencillos que utilizan grilletes como elementos de unión (figura 4.21 y 4.22), otros diseños más sofisticados (figura 4.23) o bien una campana o anillo como los diseños que se utilizaban inicialmente (figura 4.24).



Figura 3.21 y 3.22 Diseño sencillo de plato de distribución



Fig. 3.23 Diseño moderno de plato de distribución

(Quintas & Quintas)



Fig. 3.24 Campana de distribución (Global

Aquafish)

Según la posición del plato de distribución en el entramado varían las uniones de los cabos o las estachas al mismo. Hay tres posibilidades que están identificadas en la figura 3.16 como A, B y C según sea un punto central (A), una esquina (B) o una unión lateral (C).

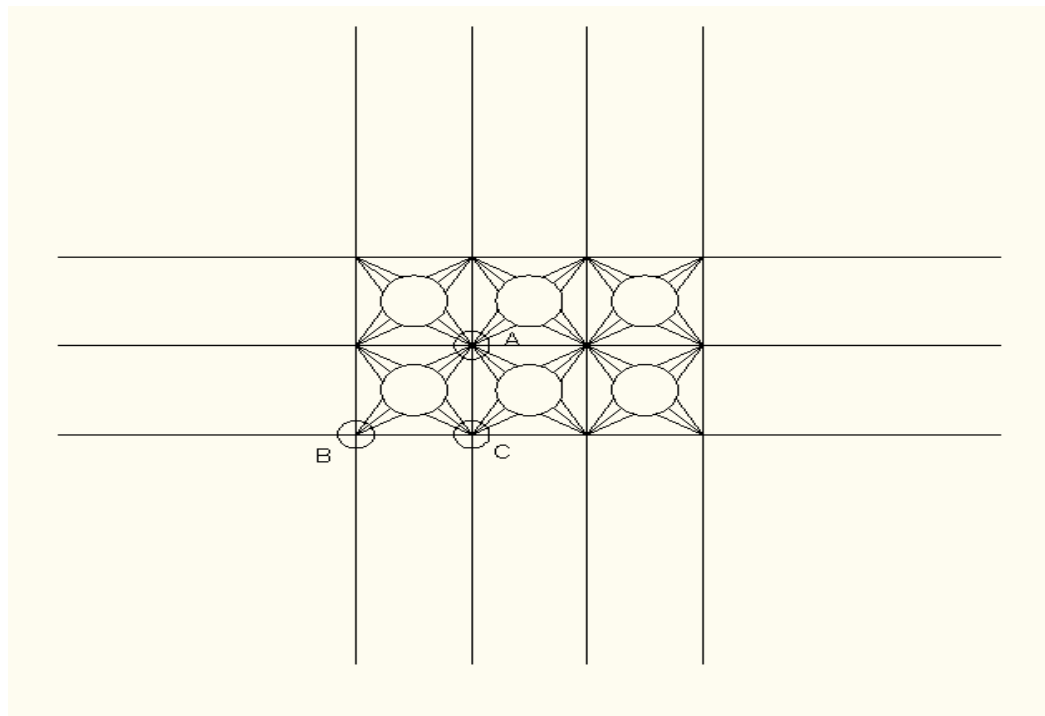


Figura 3.25: Colocación de los elementos de distribución.

Punto central (A): Estos puntos de unión albergarán 12 cabos procedentes del entramado interior (3 patas de gallo por cada una de las cuatro jaulas que une), 4 cabos del entramado exterior y la cadena de la boya de fondeo.

Esquina (B): En cada esquina confluirán 3 cabos del entramado interior, 2 cabos del entramado exterior, 2 estachas correspondientes a las líneas de fondeo y la cadena de la boya de fondeo.

Unión lateral (C): En estos puntos se unirán 6 cabos del entramado interior, 3 cabos del entramado exterior, una estacha de la línea de fondeo y la cadena de la boya de fondeo.

Para este proyecto se opta por utilizar campanas como elemento de distribución para evitar en la medida de lo posible el uso de grilletes minimizando así el riesgo de fallo.

- **Boyas de fondeo:** Las boyas de fondeo tienen varias misiones importantes en la línea de anclaje:



- ✓ Amortiguar los esfuerzos de la línea de fondeo evitando que se transmitan a la estructuras de la jaulas las fuerzas verticales.
- ✓ Asegurar la flotabilidad de los platos de amarre, los cabos y las estachas de los entramados con independencia del movimiento de las jaulas.
- ✓ Señalización.

Las boyas se pueden llenar de aire o de espuma, aunque es preferible el uso de rellenos de espuma para evitar la pérdida de flotabilidad.

Para este proyecto se ha optado por adquirir boyas de 1.100 litros moldeadas en polietileno y con alma de poliestireno expandido. Este tipo de boyas pueden adquirirse en numerosas empresas de acuicultura como pueden ser las ya citadas anteriormente "Oban", "SPyA", "Aister" etc



5 Balizamiento

El balizamiento desempeña un papel vital para la seguridad de la instalación y las embarcaciones que han de pasar cerca de la misma, por esta razón se ha de tener muy en cuenta la normativa de señalización vigente en el país así como la disposición de la instalación.

Un buen sistema de balizamiento deberá de cumplir los siguientes requisitos:

- Sencillez del conjunto que permita su perfecta detección e identificación.
- No provocar confusión que pueda deteriorar la seguridad en la navegación.
- Procurar que el balizamiento principal no deba de sufrir modificaciones en posibles ampliaciones futuras.

Para el balizamiento de la instalación se aplicará la normativa de Sistema de Balizamiento Marítimo de la Asociación Internacional de Balizamiento Marítimo (AISM).

El sistema está conformado por tres partes:

- Un total de 12 boyas de superficie que marcan los vértices del entramado reticular de las jaulas, en la figura siguiente se muestran en color azul. Diez de estas boyas, las correspondientes a los vértices exteriores, son las descritas anteriormente en el apartado de fondeo. Las otras dos boyas restantes son iguales que las anteriores y van situadas en los vértices interiores del entramado reticular.
- 14 boyas que marquen en superficie el punto en el que se encuentra el ancla fondeada, corresponden con las boyas marcadas en color rojo en la figura siguiente.
- 4 boyas perimetrales que balicen la concesión. Estas boyas identifican los límites de la concesión. En la figura aparecen en color magenta y posteriormente se realiza una descripción más en profundidad de las mismas.

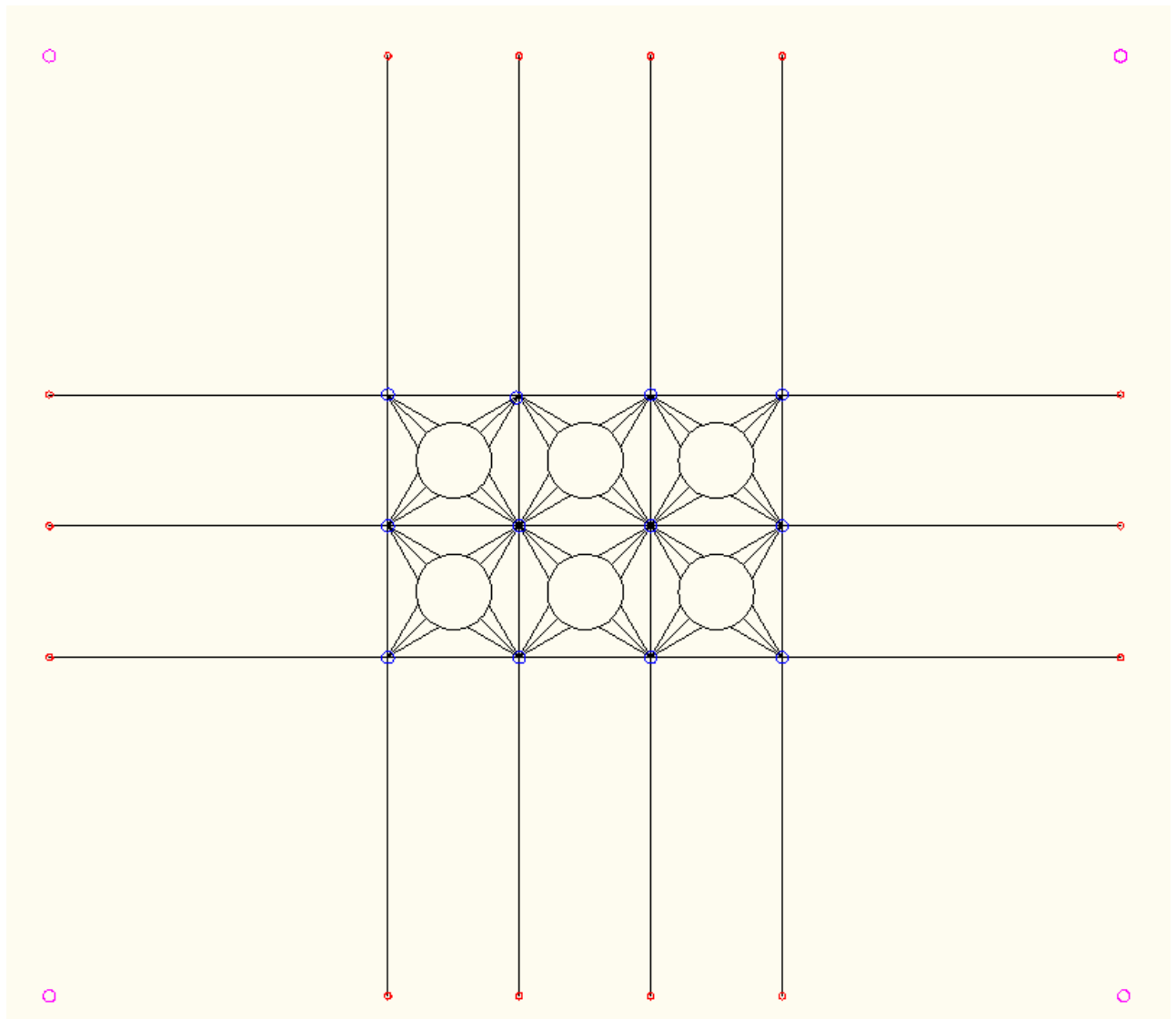


Figura 3.26: Balizamiento de la instalación

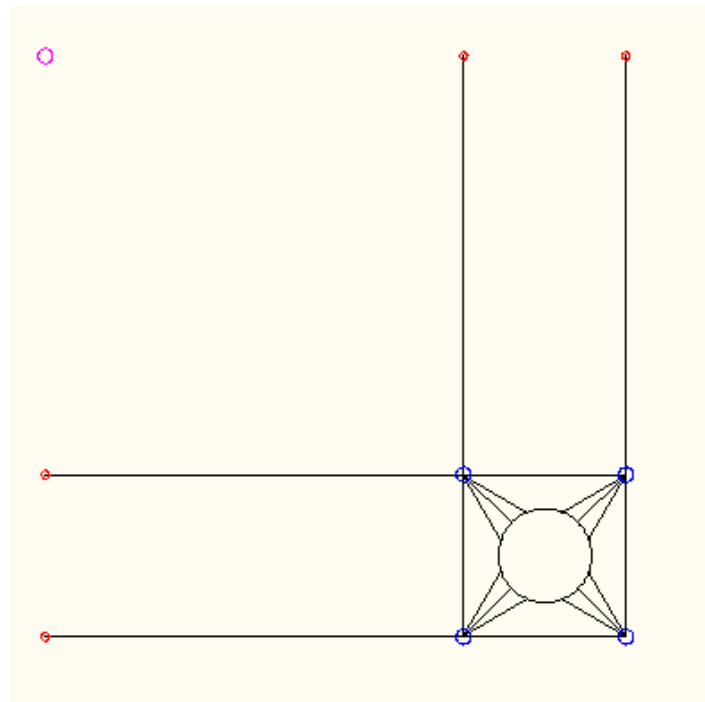


Figura 3.27: Detalle de balizamiento

- ✓ Boyas perimetrales: Son las encargadas de marcar el límite de la concesión. Suelen incorporar un flotador de polietileno con cubierta de poliuretano elastómero. Está equipada con un equipo de alimentación solar, un tope reflector de radar y una caja de baterías. La figura siguiente visualiza uno de los modelos comerciales. La baliza está compuesta por una lente acrílica de horizonte de color amarillo. Está equipada con un emisor de destellos de estado sólido programable, una lámpara de doble filamento y una fotocélula. Actualmente las linternas van equipadas con diodos fotoemisores ("leds").



Figura 3.28: Boya perimetral

Este tipo de boyas llevan un sistema propio de fondeo como el que se muestra a continuación:

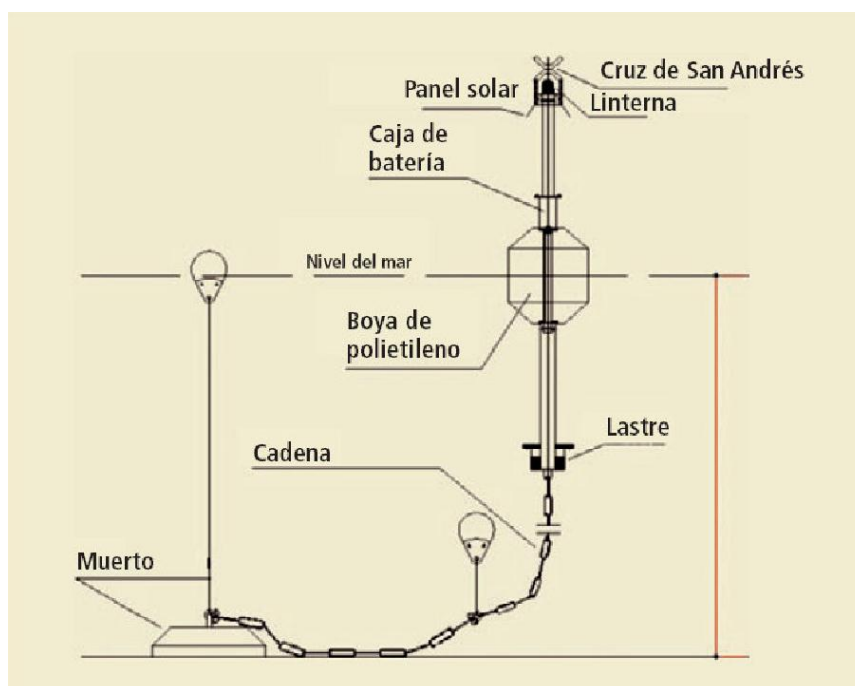


Figura 3.29: Esquema y fondeo de una boya de balizamiento.

Para el fondeo se empleará un muerto por cada boya de 3.000 kg, que se unirá a la boya mediante cadena de 22mm de diámetro, como en el caso del fondeo de las jaulas se dispondrá de un flotador sumergido que eleve la cadena del lecho marítimo.



6 Operaciones

A lo largo de la vida de la instalación y durante cada año, cada una de las jaulas se verá sometida a diferentes operaciones de mantenimiento y reparación de importancia vital para su buen funcionamiento, ya que si estas no se realizan de forma correcta puede provocar la pérdida del pescado o incluso la pérdida de la instalación, por esta razón dichas maniobras habrán de ser realizadas de la manera correcta y respetando los periodos de tiempo entre diferentes operaciones para evitar posibles problemas.

A continuación se presentan las operaciones más importantes:

6.1 Operación de limpieza:

Cuando hablamos de limpieza de una jaula, nos referimos a la eliminación del fouling acumulado en la red, el cual empeora el intercambio de agua, pudiendo comprometer el bienestar de los peces. Este fenómeno se puede encontrar en todas las redes variando conforme al tipo que sean y siendo función de la temperatura del agua y la velocidad de corriente. La acumulación de fouling es máxima en aguas cálidas con velocidades bajas de corriente, lo cual puede llegar a limitar el intercambio de agua dentro de la jaula, afectando de manera terrible a los peces al no tener cantidades adecuadas de oxígeno.

Se define fouling como la acumulación de organismos vegetales y animales adheridos sobre las superficies sumergidas de las jaulas flotantes, que pueden crear problemas de varios tipos: disminuir la flotabilidad de la estructura por aumento de peso y frenar la libre circulación del agua a través de las redes con el consiguiente efecto negativo sobre la capacidad de las jaulas.

Las operaciones de limpieza deberán realizarse cuando las jaulas estén vacías de peces, para así poder realizar la limpieza no solo de los elementos flotantes sino también de las redes.

Las redes serán retiradas durante dicho periodo y también serán limpiadas debidamente. Se retirarán con la ayuda de los cabos dispuestos al efecto desde la estructura de flotación hasta la parte inferior de la bolsa de red y la grúa de la embarcación auxiliar. Una vez en tierra, se dejarán secar al aire. Posteriormente se lavarán intensamente con agua dulce a alta presión, con la ayuda de un equipo de limpieza especial. En el caso de que hubiese restos incrustados deberán eliminarse de forma manual.

No obstante y en el caso de que fuera necesario limpiezas intermedias, se realizará mediante buzos equipados con el material adecuado.

Después de cada limpieza las redes serán de nuevo tratadas con resina anti-fouling.



6.2 Operaciones de cambio de redes:

Los cambios de redes son una tarea ardua que requiere de mucho trabajo, esfuerzo, equipos y personal, además de ser una de las tareas más arriesgadas que se efectúan en una jaula.

El cambio de una red puede ser necesario por dos motivos básicos: limpieza de la red y ajuste del tamaño de malla de acuerdo al proceso de crecimiento del animal.

En el caso de que se produjera algún problema en la red imposible de reparar bajo el agua o si fuera necesaria una limpieza no programada a causa de quedar obstruida por algas incrustadas, también será necesario realizar un cambio de red.

Para la realización de esta maniobra se necesitará la participación de buzos convenientemente equipados.

El cambio de red se realiza aprovechando la propia forma de la jaula de manera que la red nueva será colocada rodeando la que se necesita reemplazar en forma de funda. Posteriormente se irán remangando las faldas laterales de la red primitiva, tirando de ella hacia arriba y envolviéndola alrededor de los flotadores.

El izado deberá hacerse de forma muy lenta y cuidadosa para no evitar el intercambio de agua mediante el proceso y por lo tanto no perjudicar a los peces que continúan en el interior, una vez realizado el cambio y el completo izado de la antigua red se desenganchará de los flotadores para ser extraída de la instalación.

✓ Cambio de redes de acuerdo al plan de producción

Como se ha explicado en el apartado 3.1.1 a lo largo del ciclo de producción se realizarán varios cambios de red para utilizar aquellas que tengan el tamaño de malla más adecuado según el peso del pez en cada momento. Las distintas redes a utilizar son las siguientes:

Red de siembra: Se utilizará en las primeras fases de crecimiento y su tamaño de malla será de (3/4) de pulgada.

Red intermedia: Se utilizará para continuar el proceso de engorde tras la red de siembra, su tamaño de malla será de una pulgada.

Red de engorde final: Se empleará en la fase final de engorde en las jaulas destinadas a engordar los peces hasta los dos kilogramos.

La instalación consta de seis jaulas colocadas formando 2 filas de tres jaulas cada una. Como se ha detallado en el cuaderno dos "Dimensionamiento" en el apartado del plan de



producción el ciclo empieza en el mes de marzo con la primera introducción de alevines en la jaula número uno, en este momento esta jaula deberá tener la red de siembra ya que es el momento en que los peces tienen el menor tamaño.

En el mes de julio se procede a realizar la separación de los peces de la primera introducción en cuerpo (jaula 1), cabeza (jaula 2) y cola (jaula 3) con unos pesos de 173, 200 y 150g respectivamente a partir de este momento se continua el proceso de engorde utilizando el segundo tipo de red de una pulgada de tamaño de malla. Las jaulas 2 y 3 deberán tener ya dispuesta esta red mientras que en la jaula número uno deberá realizarse un cambio para sustituir la red de siembra por la red intermedia. En este mes también se produce la segunda introducción de alevines en la jaula número 4, que igual que en el caso de la primera introducción tendrá la red de siembra.

En el mes de octubre termina el proceso de engorde de los individuos de las jaulas 1 y 3 por lo que estas jaulas quedan vacías para las labores pertinentes de limpieza y reparación en caso de ser necesario. La jaula 1 deberá dejarse preparada con la red de siembra nuevamente para albergar la tercera introducción de alevines en el mes de noviembre, mientras que la jaula número tres quedará dispuesta de nuevo con la red intermedia para poder albergar en el mes de marzo la siguiente partida de "colas" (150g) correspondientes a la tercera introducción. Por otro lado, los peces de la jaula número dos seguirán creciendo hasta los 2 kg.

En noviembre se procede a la separación en cuerpo (jaula 4), cabeza (jaula 5) y colas (jaula 6) de los peces correspondientes a la segunda introducción. El tipo de red a utilizar a partir de este momento será la intermedia, al igual que lo ocurrido para la introducción uno deberá cambiarse la red de siembra en la que se había iniciado el engorde (jaula 4) mientras que las otras jaulas tendrán ya dispuesta la red intermedia. A finales de mes (o principio de diciembre) deberá realizarse otro cambio de red, esta vez en la jaula número 2 para el proceso final de engorde desde el kilo hasta los dos kilogramos de peso final. En esta última etapa se utilizará la red de mayor tamaño de malla.

A inicios de febrero del segundo año las jaulas 4, 5 y 6 quedan libres para operaciones de limpieza y reparación, tras estas labores deberá dejarse preparadas con las redes adecuadas, esto es, la red de siembra en la jaula 4 y la red intermedia en las jaulas 5 y 6. A final de mes termina el proceso de engorde de los peces de la jaula 2, debiendo cambiar la red existente (red final) por la red intermedia ya que en marzo se volverá a utilizar esta jaula para engorde de animales de 200g.

A continuación se incluyen unas tablas que muestran de manera más clara los cambios explicados anteriormente. Se mantiene el formato utilizado para el plan de producción con el fin de facilitar el entendimiento.



Año 1	Jaula 1	Jaula2	Jaula3	Jaula4	Jaula 5	Jaula 6	Observaciones
Enero							
Febrero							
Marzo	Introducción1 Red de siembra	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	Realizamos la 1ª introducción
Abril	Red de siembra	vacio	vacio	vacio	Vacio	Vacio	
Mayo	Red de siembra	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	
Junio	Red de siembra	vacio	vacio	vacio	Vacio	vacio	
Julio	Cuerpo(1) Red intermedia	Cabeza(1) Red intermedia	Cola(1) Red intermedia	Introducción2 Red de siembra	Vacio	Vacio	-Realizamos la 2ª introducción
Agosto	Cuerpo(1) Red intermedia	Cabeza(1) Red intermedia	Cola(1) Red intermedia	Red de siembra	Vacio	Vacio	
Septiembre	Cuerpo(1) Red intermedia	Cabeza(1) Red intermedia	Cola(1) Red intermedia	Red de siembra	Vacio	Vacio	
octubre	Vacio	Cabeza(1) Red intermedia	Vacio	Red de siembra	Vacio	Vacio	
noviembre	Introducción 3 Red de siembra	Cabeza(1) Red intermedia	Vacio	Cuerpo(2) Red intermedia	Cabeza(2) Red intermedia	Cola(2) Red intermedia	-Realizamos la 3ª introducción
Diciembre	Red de siembra	Cabeza(1) Red final	vacio	Cuerpo(2) Red intermedia	Cabeza(2) Red intermedia	Cola(2) Red intermedia	



Año 2	Jaula 1	Jaula2	Jaula3	Jaula4	Jaula 5	Jaula 6	Observaciones
Enero	Red de siembra	Cabeza(1) Red final	vacio	Cuerpo(2) Red intermedia	Cabeza(2) Red intermedia	Cola(2) Red intermedia	
Febrero	Red de siembra	Cabeza(1) Red final	vacio	Vacio	Vacio	Vacio	
Marzo	Cuerpo(3) Red intermedia	Cabeza(3) Red intermedia	Cola(3) Red intermedia	Introducción 4 Red de siembra	Vacio	Vacio	- Realizamos la 4ª introducción(ciclo 2)
Abril	Cuerpo(3) Red intermedia	Cabeza(3) Red intermedia	Cola(3) Red intermedia	(4) Red de siembra	Vacio	Vacio	
Mayo	Cuerpo(3) Red intermedia	Cabeza(3) Red intermedia	Cola(3) Red intermedia	(4) Red de siembra	Vacio	Vacio	
Junio	Vacio	Cabeza(3) Red intermedia	Vacio	(4) Red de siembra	Vacio	Vacio	
Julio	Introducción(5) Red de siembra	Cabeza(3) Red intermedia	Vacio	Cuerpo(4) Red intermedia	Cabeza(4) Red intermedia	Cola(4) Red intermedia	- Realizamos la 4ª introducción(ciclo 2)
Agosto	(5) Red de siembra	Cabeza(3) Red final	Vacio	Cuerpo(4) Red intermedia	Cabeza(4) Red intermedia	Cola(4) Red intermedia	
Septiembre	(5) Red de siembra	Cabeza(3) Red final	Vacio	Cuerpo(4) Red intermedia	Cabeza(4) Red intermedia	Cola(4) Red intermedia	
Octubre	(5) Red de siembra	Cabeza(3) Red final	Vacio	Vacio	Cabeza(4) Red	Vacio	



					<i>intermedia</i>		
Noviembre	Cuerpo(5) <i>Red intermedia</i>	Cabeza(5) <i>Red intermedia</i>	Cola(5) <i>Red intermedia</i>	Introducción(6) <i>Red de siembra</i>	Cabeza(4) <i>Red intermedia</i>	Vacio	- Realizamos la 4ª introducción (ciclo 2)
Diciembre	Cuerpo(5) <i>Red intermedia</i>	Cabeza (5) <i>Red intermedia</i>	Cola (5) <i>Red intermedia</i>	(6) <i>Red de siembra</i>	Cabeza(4) <i>Red final</i>	Vacío	



También se incluye un cronograma indicando la fecha la jaula y los cambios de red que deben efectuarse:

Año 1	
Enero	
Febrero	
Marzo	-Se pone la red de siembra en la jaula 1
Abril	
Mayo	
Junio	
Julio	- Se cambia la red de la jaula 1 para poner la red intermedia. -Se pone la red intermedia en las jaulas 2 y 3. -Poner la red de siembra en la jaula 4.
Agosto	
Septiembre	
Octubre	-Quitar la red intermedia de la jaulas 3. -Cambiar la red de la jaula 1 para poner la red de siembra.
Noviembre	- Se cambia la red de la jaula 4 para poner la red intermedia. -Se pone la red intermedia en las jaulas 5 y 6.
Diciembre	- Se cambia la red de la jaula 2 para poner la red final.



Año 2	
Enero	
Febrero	
Marzo	<ul style="list-style-type: none">- Se cambia la red de la jaula 1 para poner la red intermedia.-Se pone la red intermedia en las jaulas 2 y 3.- Poner la red de siembra en la jaula 4
Abril	
Mayo	
Junio	<ul style="list-style-type: none">- Se cambia la red de la jaula 1 para poner la red de siembra.-Quitar la red de la jaula 3.
Julio	<ul style="list-style-type: none">- Se cambia la red de la jaula 4 para poner la red intermedia.-Se pone la red intermedia en las jaulas 5 y 6.
Agosto	<ul style="list-style-type: none">-Se cambia la red de la jaula 2 para poner la red final.
Septiembre	
Octubre	<ul style="list-style-type: none">- Se cambia la red de la jaula 4 para poner la red de siembra.
Noviembre	<ul style="list-style-type: none">-Se cambia la red final de la jaula 2 para poner la red intermedia.-Se cambia la red de siembra de la jaula 1 para poner la intermedia.-Se pone la red intermedia en la jaula 3.-Poner la red de siembra en la jaula 4.
Diciembre	<ul style="list-style-type: none">-Cambiar la red intermedia de la jaula 5 para poner la red final.



Bibliografía

<http://www.tecoad.com/cont/hdpe.shtml>
<http://www.adtechnologies.com.mx/index.html>
<http://grupoforte.net/plastiforte/>
<http://www.ritmosudamerica.com/>
<http://www.plastecnia.cl/>
www.psi-sa.net/
www.enviromar.com
www.oban.cl
www.aister.es
www.plastigama.com.ec/
www.probrisa.com
www.ircsa.com
www.redinsa.com
www.spya.es
www.nauticexpo.es

- Daniel Beaz, apuntes de la asignatura “Ingeniería de la acuicultura” temas 8 al 12
- Luis Cabello, exposición sobre acuicultura marina, Laredo, julio 2011.

Cuaderno 4: Resistencia estructural

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 4: Resistencia estructural



Índice

1. Introducción	Página 2
2. Condiciones ambientales	Página 2
2.1 Oleaje	Página 5
2.1.1 Caracterización del oleaje	Página 5
2.1.2 Previsión del oleaje de viento	Página 6
2.1.3 Estudio de la acción de las olas sobre la estructura	Página 7
2.1.4 Cálculo de la fuerza del oleaje	Página 9
2.2 Viento	Página 10
2.2.1 Caracterización del viento	Página 10
2.2.2 Estudio de la acción del viento sobre la estructura	Página 11
2.2.3 Cálculo de la fuerza de viento	Página 12
2.3 Corrientes	Página 14
2.3.1 Caracterización de las corrientes.	Página 14
2.3.2 Estudio de la acción de las corrientes.	Página 16
2.3.3 Cálculo de la fuerza de corriente.	Página 16
3. Hipótesis de carga	Página 18
3.1 Hipótesis de carga estática.	Página 18
3.2 Hipótesis de carga de diseño.	Página 18
3.3 Hipótesis de carga accidentales.	Página 19
3.4 Hipótesis de carga de construcción.	Página 19
4. Fuerzas que actúan sobre las jaulas	Página 19
4.1 Presión hidrostática.	Página 20
4.2 Fuerzas estáticas.	Página 20
4.2.1 Cálculo del peso de la red.	Página 20
4.2.2 Cálculo del peso del fouling.	Página 22
4.2.3 Peso del recubrimiento anti fouling	Página 22
4.2.4 Cálculo del tubo anti corriente.	Página 23
4.2.5 Cálculo del peso de la estructura.	Página 23
4.2.6 Cálculo del peso de posibles cargas adicionales.	Página 25
4.2.7 Cálculo del peso de los peces.	Página 25
4.3 Cálculo del empuje	Página 25
4.4 Fuerzas dinámicas	Página 26
5. Fondeo	Página 27



Cuaderno 4: Resistencia estructural

1. Introducción

El objetivo de este cuaderno es poder definir y calcular las distintas fuerzas que deberá soportar la instalación para, así, asegurar el buen funcionamiento de la misma bajo unas cargas normales de trabajo y la supervivencia de ésta en condiciones más duras. Las cargas que actúan sobre la estructura son de naturaleza estática y dinámica, y se asume que la carga final es la suma de todas las cargas parciales, las cuales son debidas a las componentes de la presión hidrostática, las fuerzas estáticas y las fuerzas dinámicas.

También se pretende caracterizar las condiciones ambientales en las que va a operar nuestra instalación y las cuales dependen directamente del emplazamiento escogido, el cual se justifica en el cuaderno 1. Dentro de los componentes ambientales, nos centraremos básicamente en cuatro: Oleaje, vientos, mareas y corrientes, ya que de éstos surgirán las principales fuerzas que deberá soportar la instalación y, por tanto, su diseño estructural.

El oleaje es la fuerza más importante que afecta al collar, se caracteriza por tener un carácter cíclico, creando una fuente de fatiga y por inducir movimientos tanto horizontales como verticales en la estructura. En las unidades flotantes, los movimientos se denominan oscilación longitudinal (surge) y deriva (sway) y son de gran importancia en el cálculo del fondeo. A pesar de su importancia su efecto va disminuyendo al aumentar la profundidad pasando a cobrar mayor importancia la fuerza horizontal creada por la corriente, la cual afectará a toda la superficie de red sumergida y será función del cuadrado de la velocidad de la corriente en el emplazamiento. La acción del viento sobre la parte emergida de la estructura presenta una magnitud considerablemente menor que las anteriores. Esto se debe a que es función del área proyectada de la superestructura, la cual en este tipo de instalaciones es relativamente pequeña.

Por último, es de vital importancia el cálculo del fondeo de la instalación ya que en caso de fallo del mismo supondría una importante pérdida de biomasa, así, como el posible deterioro de la infraestructura de las jaulas.



2. Condiciones ambientales

Como se ha visto en la introducción, las cargas que actúan sobre la estructura son de naturaleza estática y dinámica. Las fuerzas dinámicas dependen de las condiciones ambientales, es decir, oleaje, vientos y corrientes. El diseño de la instalación dependerá de la magnitud de todas estas componentes y por tanto será necesario su conocimiento así como las direcciones en las que van a actuar principalmente. Las cargas, tanto meteorológicas como oceánicas, que la instalación debe soportar varían de una ubicación a otra tanto en intensidad como en frecuencia, dirección etc.

Para establecer los parámetros más importantes que van a afectar a la instalación partiremos de los estudios realizados por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), el cual proporciona información acerca de mareas, oleajes, temperaturas y vientos para una serie de puertos analizados. A continuación se adjunta el mapa con los puertos analizados por esta Institución.



Figura 4. 1: Mapa de los puertos estudiados por el INOCAR

Como ya se justificó en el cuadernillo 1, la instalación estará localizada en la playa de San Mateo, la cuál se encuentra situada a pocos kilómetros al oeste de Manta.

Por este motivo, serán utilizados los datos referentes al puerto de Manta para poder determinar las solicitaciones a las que estará expuesta la instalación. La imagen siguiente muestra un mapa de la provincia de Manabí, en la cual se encuentran tanto la ciudad de Manta como el pueblo pesquero de San Mateo.



Figura 4.2: Mapa de la provincia de Manabí.



2.1 Oleaje

2.1.1 Caracterización del oleaje

Esta condición medioambiental es una de las más importantes en nuestra estructura ya que crea grandes esfuerzos. Además los esfuerzos dinámicos van a producir efecto de fatiga en la estructura.

Para establecer los parámetros más importantes en el tipo de ola, partiremos de los estudios realizados sobre el oleaje por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

Las mediciones de climatología de las olas son más bien escasas, centrándose principalmente en la costa de la Península de Santa Elena, seguida de Manabí.

El área comprendida entre Manta y Jaramijó es la zona costera más sobresaliente con respecto al norte del Ecuador. Es una zona donde las olas entran directamente con mucha energía desde el pacífico con dirección noreste.

El oleaje que llega a la costa central presenta características de mar de leva (periodos medios entre 16 y 22 segundos) y alturas significativas entre 0,4 y 0,6 m (entre los años 1979 y 1986). Durante los primeros meses del año se presentan olas con alturas significativas sobre la media, es decir se presentan con más frecuencia las Hs mayores (Allauca & Cardin 1987))

Para el estudio de las olas en la región de San Mateo se han considerado por su cercanía las medidas en las estaciones de: Santa Rosa y Jaramijó. A continuación se presentan los valores obtenidos:

Estación	Fecha	Características	Referencias
Santa rosa	S/F 5 años de Mediciones	Altura significativa: 0,8m	Vera et al 2.009
		Altura máxima del Periodo: 3,2m	
		Dirección Predominante: NW	
		Periodo medio: 14-16s	
Santa Rosa	1.994-1.995	Altura significativa: 0,4m	Vera et al 2.009
		Altura máxima del periodo: 3,0m	
		Dirección Predominante: NW	
		Periodo Medio: 14 s	
		Olas con alturas entre 0,3 y 0,5m estuvieron presentes con una frecuencia del 73,97%	
Santa Rosa	Octubre y	Altura significativa: 0,2m- 0,98m	Vera et al 2.000
		Altura máxima del periodo: 0,98m	



	Noviembre 1.994	Dirección predominante: NW Periodo medio: 15s	
Santa Rosa	Febrero y Marzo de 1.995	Altura significativa: 0,19m-1,22m Altura máxima del periodo: 1,22m Dirección Predominante: NW Periodo medio: 15s	Vera et al 2.000
San Mateo	S/F	Altura significativa: 0,6m	Vera et al 2.009
Jaramijó	Julio a Diciembre 1.979	Profundidad de la estación: Isobata de 13m Altura significativa máxima: 0,51m Altura máxima del periodo: 1,04m	Cardin 1.989
Jaramijó	Enero a Marzo 1.990	Altura significativa: 0,61m Altura máxima del periodo: 1,36m	Cardin 1.989
Jaramijó	1.979-1.986	Altura significativa: 0,2 a 0,6m Altura máxima del periodo: 2,33m Dirección predominante: NW Periodo medio: de 15 a 22s	Allauca & Cardin 1987

2.1.2 Previsión de oleaje de viento

Este análisis proporciona la previsión de oleajes de viento (Sea) en aguas poco profundas (en general ≤ 15 m.) o intermedias (entre 15 y 90 m.) puede aplicarse el método simplificado paramétrico, desarrollado por Bretschneider y Reid (1953) y modificado por Ijima y Tang (1966), basado en el balance entre la energía cedida por el viento al oleaje y la sustraída por fricción del fondo y percolación, suponiendo que la profundidad se mantiene constante en toda el área de generación y no teniendo en cuenta la limitación del oleaje por actuación del viento.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo son las siguientes:

$$H_s = 0,283 \cdot \frac{U_A^2}{g} \cdot \operatorname{tgh} \left[0,530 \cdot \left(\frac{g \cdot d}{U_A^2} \right)^{3/4} \right] \cdot \operatorname{tgh} \left[\frac{0,00565 \cdot \left(\frac{g \cdot L_F}{U_A^2} \right)^{1/2}}{\operatorname{tgh} \left[0,530 \cdot \left(\frac{g \cdot d}{U_A^2} \right)^{3/4} \right]} \right]$$

$$T_p = 7,54 \cdot \frac{U_A}{g} \cdot \operatorname{tgh} \cdot \left[0,833 \cdot \left(\frac{g \cdot d}{U_A^2} \right)^{3/8} \right] \cdot \operatorname{tgh} \left[\frac{0,0379 \cdot \left(\frac{g \cdot L_F}{U_A^2} \right)^{1/3}}{\operatorname{tgh} \left[0,833 \cdot \left(\frac{g \cdot d}{U_A^2} \right)^{3/8} \right]} \right]$$



$$t_{min} = 5,37 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{g}{U_A}\right)^{4/3} \cdot T_p^{7/3}$$

Donde:

U_A (m/s): velocidad del viento corregida con objeto de tener en cuenta la relación no lineal entre la velocidad del viento y su capacidad de arrastre. Su valor viene expresado por:

$$U_A = 0,71 \cdot (V_{v,10})^{1,23} = 0,71 \cdot 7^{1,23} = 7,85 \text{ m/s}$$

$(V_{v,10})$ (m/s): velocidad media del viento en un intervalo de medición de 10 minutos, correspondiente a 10 metros de altura sobre la superficie en mar abierto.

g (m/s²): aceleración de la gravedad, $g=9,81 \text{ m/s}^2$

d (m): profundidad del agua, $d=29,2 \text{ m}$

H_s (m): altura significativa de ola.

T_p (s): período de la ola.

t_{min} : tiempo mínimo de actuación del viento para permitir que la altura de ola y el periodo alcancen su equilibrio.

L_f (m): Longitud del área de generación de oleaje, en la dirección del viento, $L_f=100 \text{ km}$

Sustituyendo los valores y resolviendo las ecuaciones anteriores se obtienen los siguientes valores:

$$H_s = 1,27 \text{ m}$$

$$T_p = 4,27 \text{ s}$$

$$t_{min} = 21.381 \text{ s} \approx 15 \text{ días}$$

2.1.2 Estudio de la acción de las olas sobre la estructura.

Se considerará el efecto de las olas sobre la estructura de flotación y sustentación, mientras que el efecto de las corrientes se considerará sobre la bolsa de red.

Las fuerzas producidas por las olas sobre la estructura de la jaula están generadas por la aceleración de las partículas de agua que actúan sobre las partes sumergidas de la estructura y pueden calcularse mediante el método propuesto por Beveridge "cage



aquaculture". En él se analizan las fuerzas debidas al oleaje cuando, como en este caso, la instalación no se encuentra en zona de olas rompientes. La parte que debe ser estudiada es el impacto debido a la energía cinética de la ola pudiendo despreciarse la parte correspondiente a la energía potencial. La expresión de la fuerza es de la siguiente forma:

$$F_o = k \cdot \rho \cdot A \cdot u^2$$

Donde:

ρ (kg/m³): Densidad del agua de mar.

A (m²): Área que se opone a la ola.

U (m/s): Velocidad orbital horizontal de las partículas de agua.

K: Coeficiente adimensional que depende del material del flotador y las características de las olas.

Para poder hallar la fuerza del oleaje que actúa sobre el collar, es necesario conocer la componente orbital de la velocidad horizontal de la ola. Esta puede ser obtenidas a partir de la altura de ola, su periodo, la profundidad en el emplazamiento y aplicando el teorema de Stokes para olas de amplitud finita. Para la altura de ola se tomará la altura máxima registrada.

$$H_{max} = 3,2m$$

La ecuación que nos proporcionan dicha velocidades es:

$$u = \pi \cdot H \cdot \left[\frac{\cosh\left(\frac{2\pi \cdot (z + h)}{\lambda}\right)}{T \cdot \sinh\left(\frac{2\pi \cdot h}{\lambda}\right)} \right] \cdot \cos\theta$$

Donde:

H (m): altura de ola.

T (s): Periodo de la ola.

Z (m): variación altura respecto nivel agua.

λ (m): Longitud de onda de la ola.

h (m): Profundidad del emplazamiento.



Θ : Ángulo de incidencia del tren de olas sobre la estructura.

Para aplicar esta ecuación se debe cumplir la relación:

$$0,04 < \frac{h}{\lambda} < 0,5$$

De acuerdo a Milne esta velocidad raramente supera los 2 m/s en aquellas localizaciones aptas para el cultivo marino.

2.1.4 Cálculo de la fuerza del oleaje.

Sustituyendo los valores de la instalación en estudio en las ecuaciones anteriores se obtiene la fuerza debida al oleaje.

$$F_o = k \cdot \rho \cdot A \cdot u^2$$

El área corresponderá a la superficie de los flotadores perpendiculares al tren de olas, además se supondrán los flotadores completamente emergidos y la jaula sin peso para estudiar el caso más desfavorable posible:

$$A = D_{ext} \cdot D_{tubos\ flotación} = 20,5m \cdot 0,25m = 5,125m^2$$

Para poder conocer la velocidad horizontal de las partículas es necesario calcular previamente la longitud de ola, para ello se aplicará la ecuación general sin suponer aguas profundas.

$$c^2 = \frac{g}{k} \cdot \tanh(k \cdot h)$$

$$c = \frac{\lambda}{T} \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{g \cdot T^2}{2\pi} \cdot \tanh\left(\frac{h \cdot 2\pi}{\lambda}\right)$$



A partir del método de aproximaciones sucesivas programado en matlab obtenemos un valor de λ de 231,67m. Comprobamos que nos encontramos dentro del rango exigido para poder aplicar la ecuación:

$$0,04 < \frac{h}{\lambda} = 0,126 < 0,5$$

Con este valor de longitud de onda y sustituyendo en la ecuación de la velocidad horizontal de las partículas para la altura de ola de diseño se obtiene el siguiente valor:

$$u = 1,05 \text{ m/s}$$

Se ha supuesto que las ondas inciden de forma perpendicular en la estructura para maximizar el valor de la velocidad y con ello el de la fuerza.

Desafortunadamente el valor de k debe ser determinado empíricamente, ya que no existen valores tabulados o ecuaciones que nos proporcionen dicho valor. En el caso de que la velocidad horizontal fuese de 2m/s, la fuerza sería considerablemente inferior a 400 kg/m² lo cual ocurre cuando $k=1$. Estimamos un valor de $k=0,5$

Finalmente se calcula el valor de la fuerza debida al oleaje:

$$F_o = 0,5 \cdot 5,125 \text{ m}^2 \cdot 1,025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,05^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 2.892,96 \text{ N}$$

2.2 Viento

2.2.1 Caracterización del viento

Al igual que en el caso del oleaje se caracterizarán los vientos existentes en la zona a partir de los datos suministrados por la división de meteorología del departamento de ciencias del mar del Instituto Oceanográfico de la Armada. Los datos facilitados muestran los vientos predominantes en la zona estudiada, proporcionando valores de la velocidad del viento en cada mes del año para cada dirección, así como, su frecuencia.



		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Enero	Frecuencia (%)	1,1	1,1	0,8	3,8	13,2	30,7	19,2	17,7	13,0
	Velocidad media(m/s)	3,8	3,2	3,4	3,6	4,5	4,5	6,3	6,1	0,0
Febrero	Frecuencia (%)	1,7	1,1	1,5	5,6	9,7	21,6	21,6	21,3	15,9
	Velocidad media(m/s)	3,6	2,7	2,8	3,2	3,8	4,5	5,7	5,7	0,0
Marzo	Frecuencia (%)	2,0	1,2	0,9	5,4	9,5	20,9	21,5	22,6	16,2
	Velocidad media(m/s)	4,8	2,9	3,5	3,3	3,6	4,4	5,5	5,9	0,0
Abril	Frecuencia (%)	1,1	0,4	0,7	5,3	11,0	24,5	22,7	17,6	16,7
	Velocidad media(m/s)	3,6	2,8	3,5	3,2	3,7	4,6	5,8	6,2	0,0
Mayo	Frecuencia (%)	0,2	0,2	0,3	4,3	13,4	37,9	22,0	11,0	10,8
	Velocidad media(m/s)	3,05	2,5	3,6	3,7	4,3	4,9	6,6	6,9	0,0
Junio	Frecuencia (%)	0,2	0,4	0,1	3,7	20,1	43,7	18,6	7,2	5,9
	Velocidad media(m/s)	3,3	5,2	2,8	4,6	5,1	5,0	7,0	7,3	0,0
Julio	Frecuencia (%)	0,2	0,4	0,1	3,6	21,0	45,4	16,7	7,8	4,8
	Velocidad media(m/s)	5,0	4,3	3,3	4,9	5,3	5,0	7,4	7,6	0,0
Agosto	Frecuencia (%)	0,1	0,4	0,1	3,6	22,4	44,1	18,1	7,3	4,0
	Velocidad media(m/s)	3,5	4,8	4,3	4,9	5,0	4,9	7,6	7,7	0,0
Septiembre	Frecuencia (%)	0,0	0,1	0,0	3,4	18,9	45,6	20,0	7,9	4,1
	Velocidad media(m/s)	9,0	5,0	3,0	4,5	5,1	4,7	7,4	7,8	0,0
Octubre	Frecuencia (%)	0,1	0,0	0,0	2,3	21,0	45,6	19,0	8,2	3,8
	Velocidad media(m/s)	5,0	1,0	2,0	4,9	5,2	4,9	7,3	8,1	0,0
Noviembre	Frecuencia (%)	0,1	0,1	0,0	1,6	18,4	49,5	18,3	7,2	4,9
	Velocidad media(m/s)	5,3	2,0	3,0	5,0	5,1	4,9	7,4	8,2	0,0
Diciembre	Frecuencia (%)	0,3	0,1	0,3	2,0	17,4	42,6	19,6	10,5	7,2
	Velocidad media(m/s)	3,6	4,5	2,9	3,9	4,9	4,5	7,0	7,0	0,0

La dirección predominante de los vientos en esta área costera es la suroeste, aunque las velocidades, y por tanto fuerzas, mayores son las creadas por los vientos de dirección noroeste.

2.2.2 Estudio de la acción del viento sobre la estructura

El dato de partida en este estudio será el valor del viento máximo de la caracterización media registrada en la dirección más desfavorable en cuanto a fuerza del viento. Además se tomarán los coeficientes de seguridad.



El valor máximo de la velocidad del viento en este emplazamiento es de 8,2 m/s, valor que deberá ser corregido por una serie de factores para tener en cuenta la altura y rugosidad superficial, la topografía y el efecto de ráfaga.

En primer lugar un factor de altura y rugosidad superficial (FA) que, para velocidades básicas mayores de 15 m/s., es creciente con la altura y decreciente con la rugosidad superficial. En nuestro caso estaremos en mar abierto (situación I) y a una altura máxima de 1,2 metros. En el emplazamiento escogido las velocidades de viento son inferiores a los 15m/s por lo que no se aplicará este factor, o lo que es lo mismo su valor será igual a uno.

A continuación un factor topográfico (FT) que toma en consideración el efecto de las heterogeneidades topográficas locales sobre el perfil de velocidades medias. En nuestro caso este factor toma un valor de 1 pues la dirección considerada del viento viene de mar abierto, sin ningún tipo de orografía que acelere o decelere el viento.

Finalmente se aplicará un factor de ráfaga (FR) que puede variar según el tipo y tamaño de la estructura que se considera y la rugosidad superficial de la zona. En nuestro caso tenemos una estructura de altura inferior a 3 metros, para la cual se recomienda estudiar una ráfaga de tiempo de duración 15 segundos, lo que equivale a un factor de ráfaga $FR = 1,45$ según la siguiente figura.

FACTOR DE RAFAGA MAXIMA (F_R)																	
DURACION z (m)		CATEGORIA DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL															
		I				II				III				IV			
		3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min	3s	5s	15s	1min
3	1.52	1.50	1.45	1.37	1.76	1.73	1.65	1.54	1.98	1.94	1.84	1.69	2.24	2.18	2.06	1.87	
5	1.48	1.46	1.41	1.34	1.73	1.70	1.62	1.51	1.98	1.94	1.84	1.69	2.24	2.18	2.06	1.87	
10	1.44	1.42	1.38	1.31	1.63	1.60	1.54	1.44	1.96	1.91	1.82	1.67	2.24	2.18	2.06	1.87	
15	1.42	1.40	1.36	1.29	1.59	1.56	1.50	1.41	1.86	1.82	1.73	1.60	2.24	2.18	2.06	1.87	
20	1.40	1.38	1.34	1.28	1.56	1.53	1.48	1.39	1.80	1.76	1.68	1.56	2.12	2.07	1.96	1.79	
30	1.38	1.37	1.33	1.27	1.52	1.50	1.45	1.37	1.73	1.70	1.62	1.51	1.99	1.94	1.84	1.69	
40	1.37	1.36	1.32	1.26	1.50	1.48	1.43	1.35	1.68	1.65	1.58	1.48	1.91	1.87	1.78	1.64	
50	1.36	1.35	1.31	1.25	1.48	1.46	1.41	1.34	1.65	1.63	1.56	1.46	1.86	1.82	1.73	1.60	
60	1.36	1.34	1.30	1.25	1.47	1.45	1.40	1.33	1.63	1.60	1.54	1.44	1.82	1.78	1.70	1.57	
80	1.35	1.33	1.29	1.24	1.45	1.43	1.39	1.32	1.60	1.57	1.51	1.42	1.76	1.73	1.65	1.54	
100	1.34	1.32	1.29	1.24	1.44	1.42	1.38	1.31	1.58	1.55	1.49	1.40	1.73	1.70	1.62	1.51	

Figura 4.3: Factor de ráfaga



Aplicando estas correcciones se obtiene el siguiente valor de velocidad:

$$V_{max} = F_R \cdot V = 1,45 \cdot 8,2 \text{ m/s} = 11,89 \text{ m/s}$$

2.2.3 Cálculo de la fuerza de viento

Una vez conocida la velocidad máxima del viento puede calcularse la fuerza que la instalación soportará debido a este fenómeno. Esta fuerza es de la forma se divide en la ejercida sobre las partes sólidas (flotadores, barandilla y soportes de barandilla) más la ejercida sobre la parte de red emergida.

$$F_V = F_S + F_{red}$$

En primer lugar se calcula la fuerza sobre la parte sólida, para se ello se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_S = 0,5 \cdot C_S \cdot C_h \cdot \rho \cdot V_{max}^2 \cdot A$$

Donde:

F_V : Fuerza en Newton del viento.

C_S : Coeficiente de forma. Para instalaciones de tipo cilíndrico tiene un valor de 0,5.

C_h : Coeficiente de altura, el cual tiene un valor de 1 para instalaciones entre 0 y 15,3m de altura.

ρ : Densidad del aire, para la cual se tomará un valor de $1,222 \text{ kg/m}^3$.

V_{max} : Velocidad del viento a 10m de altura en m/s.

A : Área proyectada de la superficie en m^2 , éste área incluye el área de los elementos de flotación más el área de la barandilla y sus soportes.

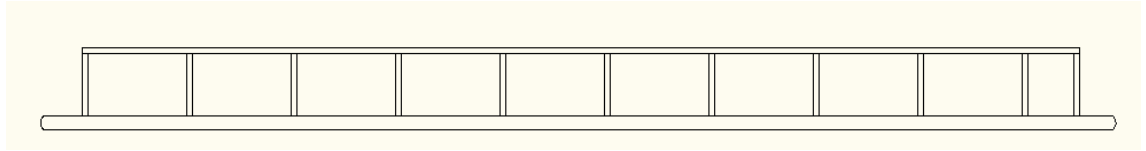


Figura 4.4: Superficie que se opone al viento

$$A = D_{flotadores} \cdot D_{ext,jaula} + D_{barandilla} \cdot D_{jaula} + D_{soporte} \cdot h_{soporte} \cdot n^{\circ} \text{ de soportes}$$

$$A = 0,25m \cdot 20,5m + 0,110m \cdot 19m + 0,13m \cdot 1,2m \cdot 16 = 9,711m^2$$

Sustituyendo en la ecuación anterior:

$$F_s = 0,5 \cdot C_s \cdot C_h \cdot \rho \cdot V_{max}^2 \cdot A = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,222 \frac{kg}{m^3} \cdot 11,89^2 \frac{m^2}{s^2} \cdot 9,711m^2 = 419,41N$$

$$F_s = 419,41N$$

A continuación se calcula la fuerza ejercida por el viento sobre la red, para lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$F_{red} = 0,5 \cdot \rho \cdot k \cdot V^2 \cdot A'$$

Donde:

K: Coeficiente de resistencia

ρ : Densidad del aire = 1,222 kg/m³

V (m/s): Velocidad máxima del viento

A' (m²): Superficie de la red que se opone al viento

El valor de k viene dado por la siguiente expresión, donde 'l' es la luz de malla de la red de (3/4)", es decir, 19,05 mm y 'd' es el diámetro de la malla de la red con un valor de 0,88mm. Se toman los valores de la malla más tupida ya que es la que opone mayor resistencia, y por tanto da el valor máximo de fuerza. Sustituyendo valores:

$$k = 0,5 \cdot \left[1 - \left(\frac{d}{l} \right)^2 \right] = 0,499$$



Como el “fouling” al aire libre es mucho menor se puede considerar que el 70 % son huecos con lo cual el área de la red a considerar sería el 30 % del total por encima de la superficie del agua.

$$A' = 30\%(1,2m \cdot 19m) = 6,84m^2$$

$$F_{red} = 0,5 \cdot \rho \cdot k \cdot V^2 \cdot A' = 0,5 \cdot 1,222 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,499 \cdot 11,89^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2 \cdot 6,84m^2 = 294,82N$$

La fuerza total ejercida por el viento será la suma de las dos componentes anteriores:

$$F_V = F_s + F_{red} = 714,23N$$

2.3 Corrientes

2.3.1 Caracterización de las corrientes.

Las corrientes son el factor ambiental que mayores fuerzas originan sobre la estructura flotante.

La corriente total es la composición de varias componentes, entre las que hay que destacar la de marea, viento y efectos locales. En general, la corriente disminuye con la profundidad.

Para establecer los parámetros más importantes de las corrientes, velocidad o intensidad y dirección partiremos de los estudios realizados por el departamento de ciencias del mar, división de oceanografía física del Instituto Oceanográfico de la Armada. Los datos facilitados son los siguientes:

Corrientes área de Manta:

*Superficie*

Longitud	Latitud	Velocidad promedio (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Dirección (grados)	Marea
80°42'11.93"W	00°55'59.23"S	0,187	0,64	136	Flujo
		0,106	0,83	275	Reflujo
80°42'50.26"W	00°55'50.32"S	0,21	0,59	104	Flujo
		0,22	0,62	127	Reflujo
80°43'13.51"W	00°55'35.73"S	0,43	0,93	66	Flujo
		0,19	0,77	70	Reflujo

Media

Longitud	Latitud	Velocidad promedio (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Dirección (grados)	Marea
80°42'11.93"W	00°55'59.23"S	0,075	0,275	138	Flujo
		0,04	0,0245	334	Reflujo
80°42'50.26"W	00°55'50.32"S	0,04	0,19	302	Flujo
		0,08	0,22	299	Reflujo
80°43'13.51"W	00°55'35.73"S	0,27	0,46	88	Flujo
		0,12	0,46	72	Reflujo

Fondo

Longitud	Latitud	Velocidad promedio (m/s)	Velocidad máxima (m/s)	Dirección (grados)	Marea
80°42'11.93"W	00°55'59.23"S	0,034	0,22	135	Flujo
		0,018	0,25	252	Reflujo
80°42'50.26"W	00°55'50.32"S	0,03	0,22	184	Flujo
		0,08	0,30	79	Reflujo
80°43'13.51"W	00°55'35.73"S	0,23	0,40	79	Flujo
		0,10	0,36	99	Reflujo

Los datos analizados muestran como, en general, la velocidad de la corriente disminuye con la profundidad tanto en valores medios como en valores máximos. La corriente más fuerte se da en las coordenadas de longitud 80° 42' 11.93"W y latitud 00° 55' 35.73"S, alcanzando magnitudes máximas en la capa superficial de 0.93 m/s en estado de flujo y 0.77m/s en estado de reflujo con dirección hacia el noreste en ambos estados de marea. Las



velocidades promedio son de 0.43 m/s en flujo y 0.19 m/s en reflujo dirigiéndose también hacia el noreste. El valor máximo en la zona intermedia es de 0,46m/s y 0,40 m/s en el fondo.

2.3.2 Estudio de la acción de las corrientes.

El estudio de la acción de las corrientes sobre la instalación y, más concretamente, la definición de la corriente de diseño es un parámetro difícil de establecer debido a los diferentes componentes locales de las mismas, mareas y vientos.

Normalmente, la influencia de la corriente se calcula sin más que componer su velocidad con la que tienen las partículas de agua, debidas a las olas, siguiendo el cálculo como si esa velocidad resultante fuera la orbital producida por las olas. Sin embargo, conviene tener en cuenta que la influencia de las corrientes puede ser no lineal respecto a la de las olas, por lo que la suma de sus efectos puede no reflejar lo que realmente sucede. La razón de lo anterior es que las olas cambian la altura, longitud y dirección de propagación cuando se encuentran con una corriente. La corriente tiene unas características locales más acusadas cuanto más cerca estamos de la costa, debido a la componente de marea.

En este proyecto se considerará el efecto de las olas sobre la estructura de flotación y sustentación, mientras que el efecto de las corrientes se considerará sobre la bolsa de red.

Para determinar la acción de la corriente sobre la estructura se deberá escoger una velocidad de proyecto. Basándonos en los datos antes expuesto, y a falta de otros más completos, se supondrá una velocidad de proyecto de 0,93 m/s que corresponde a la máxima velocidad medida.

2.3.3 Cálculo de la fuerza de corriente.

Se puede asumir que las fuerzas originadas por las corrientes sobre estructuras flotantes son solamente horizontales, y se determinan de forma análoga a la fuerza ejercida por el viento en las zonas emergidas. Para determinar su valor se deberá tener en cuenta el fouling existente en la red ya que aumentará la superficie de ésta y con ello el valor de la fuerza, así como el tipo de material de la red.

La expresión de la fuerza de corriente es:

$$F_c = 0,5 \cdot \rho \cdot C_d \cdot A \cdot U^2$$

Donde:

F_c (N): Fuerza que ejercen las corrientes sobre la parte sumergida

C_d : Coeficiente de carga del material



ρ : Densidad del agua de mar = 1.025 kg/m^3

$U \text{ (m/s)}$: Velocidad de la corriente

$A \text{ (m}^2\text{)}$: Área total de presión

El coeficiente de carga del material corresponderá a la red más tupida (red de siembra) ya que será la que oponga más resistencia al paso de la corriente, esta red tiene tamaño de malla de $(3/4)''$, es decir, $19,05\text{mm}$. El valor de C_d es una constante adimensional que depende de la naturaleza de la red (material, forma, construcción, etc.) y que se determina empíricamente. Podemos utilizar la siguiente expresión para una red sin nudos donde ' d ' es el diámetro de la fibra de la red y ' l ' es la longitud del lado del rectángulo de la malla de la red, ambos en mm.

$$C_d = 3,12 \cdot \left(\frac{d}{l}\right)^2 + 2,73 \cdot \left(\frac{d}{l}\right) + 1$$

$$C_d = 1,13$$

Se considerará el área de la red, suponiendo que un 50% de la misma no son huecos, debido al fouling.

$$A_T = \pi \cdot D \cdot h = \pi \cdot 19\text{m} \cdot 9\text{m} = 537,21\text{m}^2$$

$$A = 0,50 \cdot A_T = 0,5 \cdot 537,21\text{m}^2 = 268,61\text{m}^2$$

Según Huguenin la velocidad en la segunda fila de viveros puede ser el 60% de la velocidad que atraviesa la primera fila

Con todos estos datos se puede calcular la fuerza de la corriente dividiéndola en la fuerza que actúa sobre la parte delantera de la red y la que actúa en la parte trasera, suponemos que a la parte trasera de la red llega el 70% de la velocidad de corriente ya que ésta se ve disminuida por el efecto de la biomasa:

$$F_c = 0,5 \cdot \rho \cdot C_d \cdot \frac{A}{2} \cdot (U_1^2 + U_2^2)$$

$$F_c = 0,5 \cdot 1.025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,13 \cdot \text{m}^2 \cdot 134,3\text{m}^2 \cdot (0,93^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + (0,93 \cdot 0,70)^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2)$$

$$F_c = 100.230,6\text{N}$$



3 Hipótesis de carga

La elección de las hipótesis de carga sobre una estructura constituye el paso vital para el correcto dimensionamiento de la instalación. Dentro de estas hipótesis se pueden considerar la actuación de múltiples cargas: tanto en intensidad, como en dirección de actuación, combinación de las mismas, etc.

Las hipótesis de carga que van a ser consideradas en este trabajo serán las definidas en el reglamento del Bureau Veritas para Granjas Acuícolas y las cuales se exponen a continuación:

3.1 Hipótesis de carga estática

En esta hipótesis consideraremos la más desfavorable combinación de cargas fijas y operacionales. En este tipo de cargas no se tendrán en cuenta las cargas ambientales.

Dentro de las cargas fijas consideraremos sólo el peso propio de la jaula y el peso debido al fouling, pues no existe ningún equipo instalado permanentemente sobre la estructura. Este tipo de cargas actuará principalmente en sentido vertical de forma perpendicular a la superficie del agua, aunque no tendremos que considerar efecto de pandeo al ser la estructura articulada y flexible.

Las cargas operacionales estarán constituidas principalmente por el trabajo de algún operario sobre la estructura para trabajos eventuales.

3.2 Hipótesis de carga de diseño

En esta hipótesis de carga se considera la peor combinación de las siguientes cargas:

- Cargas ambientales más extremas.
- Cargas fijas.
- Cargas operacionales.

En este tipo de hipótesis, el reglamento del Bureau Veritas estudia los condicionantes ambientales aplicados en una misma dirección.

Las cargas fijas y operacionales producirán los efectos anteriormente citados mientras que las ambientales producirán principalmente tensiones en las líneas de fondeo, pues la estructura es flexible.



3.3 Hipótesis de cargas accidentales

Esta hipótesis de carga considera la combinación de cargas fijas y operacionales, asociadas a cargas medioambientales tomando un periodo de retorno de un mes. Esto supone unas cargas ambientales reducidas en su intensidad. A estas cargas se sumarán el efecto de un posible impacto del barco de suministro durante la maniobra de atraque y la rotura de algún elemento de la estructura de flotación y sustentación. En el caso de la instalación estudiada el efecto de estas cargas no será elevado debido a la flexibilidad de la estructura.

3.4 Hipótesis de cargas de construcción

Esta hipótesis de carga suele ser la más peligrosa y exigente en la mayoría de las estructuras off-shore, por ser aquí cuando ésta sufre las mayores solicitaciones, al encontrarse fuera del agua. En nuestro caso no la consideramos necesaria ya que la construcción de nuestra estructura va a ser modular, de tal forma que no existirán esta clase de esfuerzos.



4. Fuerzas que actúan sobre las jaulas

Las cargas que actúan sobre la estructura son de naturaleza estática y dinámica y se asume que la carga final es la suma de todas las cargas parciales, que son debidas a los siguientes componentes:

- Presión hidrostática
- Fuerzas estáticas
- Fuerzas dinámicas

Todas las fuerzas estudiadas en este apartado serán calculadas para una sola jaula, pues son iguales en todas las jaulas.

4.1 Presión hidrostática

Esta fuerza afecta a todos los elementos sumergidos de la instalación y es proporcional a la profundidad a la que éstos se encuentran. En comparación con el resto de fuerzas (estáticas y dinámicas) tienen un valor pequeño por lo que no se realizará su cálculo.

Para cada componente de la instalación el valor de la presión hidrostática a la que está sometido será:

$$P_H = \rho \cdot g \cdot h$$

Donde:

ρ (kg/m³): Densidad del agua del mar

g (m/s²): aceleración de la gravedad

h (m): profundidad desde la cresta de la ola

4.2 Fuerzas estáticas

Las fuerzas estáticas actúan verticalmente y son producidas por el peso de la estructura, de las redes, del fouling que se produce en éstas, de las cargas adicionales que se puedan originar durante los trabajos habituales (operarios, equipos, etc.) y del peso de los peces en la red. Su cálculo se estimará siempre para las condiciones más desfavorables posibles y su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$F_E = P_R + P_{A.F} + P_{A.C} + P_E + P_C + P_P$$



Donde:

P_R (kg): Peso de la red con los cabos y el fouling

$P_{A.F}$ (kg): Peso del antifouling.

$P_{A.C}$ (kg): Peso del tubo anti corriente

P_E (kg): Peso de la estructura

P_C (kg): Peso de las posibles cargas adicionales

P_P (kg): Peso de los peces apoyándose sobre la red

A continuación se detallan los cálculos de cada uno de los sumandos de la expresión anterior.

4.2.1 Peso de las redes:

El peso total de las redes de una jaula será la suma del peso de la red destinada al confinamiento de los animales, más el peso de la red anti pájaros. El peso de cada una dependerá de su tamaño, tipo de material y características de la malla. La primera, como ya se detalló en cuadernillos anteriores, es de poliéster color negro sin nudos y con doble borde superior e inferior.

La red interior posee un tamaño de malla que varía desde $\frac{3}{4}$ de pulgada para la fase inicial de engorde, 1 pulgada para la etapa intermedia y 4 pulgadas en la fase final.

La red de la primera fase posee un tamaño de malla de $(\frac{3}{4})''$, tiene una densidad de 0,74 kg/m² y forma un cilindro cerrado por su base con un cono de 1m de altura por lo que su superficie total será el área lateral de la jaula más el área del cono. Para calcular el área lateral de la malla se sumará un metro y medio a la altura de 9 m de la jaula, para evitar la pérdida de animales por saltos de los mismos. Esta red, por ser la más tupida, es la que tiene un mayor peso y la que usaremos para calcular la carga estática que soporta la instalación.

$$P_{red\ seco} = \rho_{malla} \cdot [\pi \cdot D \cdot (h + 1,5) + \pi \cdot R \cdot d]$$

$$P_{red\ 1\ seco} = 0,74 \frac{kg}{m^2} \cdot [\pi \cdot 19m \cdot (9 + 1,5)m + \pi \cdot 9,5 \cdot 9,55m^2] = 674,71kg$$

El valor obtenido es el peso de la red seca, es decir, fuera del agua pero durante su vida útil ésta se hallará sumergida por lo que experimentará una fuerza de empuje. El valor del peso de la red sumergida en agua salada se expone a continuación.



$$\text{Empuje}(\% \text{ del peso}) = \left(\frac{\rho_{a.s}}{\rho_{poliester}} \right) \cdot 100 = \left(\frac{1,025 \frac{g}{cm^3}}{1,38 \frac{g}{cm^3}} \right) \cdot 100 = 74,27$$

$$\text{Empuje} = P_{red \text{ 1 seca}} \cdot \left(\frac{\rho_{a.s}}{\rho_{poliester}} \right) = 674,71kg \cdot 0,7427 = 501,10 \text{ kg}$$

$$P_{red \text{ 1 en agua}} = P_{red \text{ seca}} - \text{Empuje} = 674,71kg - 501,10kg = 173,61kg$$

Al peso de la red hay que añadirle el peso de los refuerzos, principalmente de los cabos verticales y los anillos transversales. A continuación se realiza el cálculo del peso de estos elementos en mojado de una forma análoga a la realizada para la red.

- ✓ Cuerdas verticales: 32 cuerdas de 10,5m de longitud cada una y fabricadas en poliéster de 12mm de diámetro:

$$P_{seco} = \frac{0,11kg}{m} \cdot 320m = 36,96kg$$

- ✓ Anillos transversales: 5 anillos de 60m de longitud cada una y fabricados en poliéster de 12mm de diámetro:

$$P_{seco} = \frac{0,11kg}{m} \cdot 300m = 33kg$$

$$P_{Tseco} = 36,96kg + 33kg = 69,96kg$$

$$\text{Empuje} = P_{Tseco} \cdot \left(\frac{\rho_{a.s}}{\rho_{poliester}} \right) = 69,96kg \cdot 0,7427 = 51,95 \text{ kg}$$

$$P_{T \text{ en agua}} = P_{Tseco} - \text{Empuje} = 69,96kg - 51,95kg = 18,00kg$$

Por tanto el peso final de la red con refuerzos dentro del agua será:

$$P_{bolsa \text{ de red}} = P_{red} + P_{cabos} = 173,61kg + 18,00kg = 191,61kg$$



4.2.2 Peso debido al fouling

El incremento del peso que sufre la red como consecuencia de la acumulación del fouling puede suponerse entre 1,2 y 2 veces el peso original de la red. Esta suposición es válida para redes que se cambian una vez al año y viene determinada por la experiencia en este tipo de instalaciones. Se supondrá un coeficiente de acumulación de fouling de 2 para estudiar el caso más desfavorable.

$$P_f = 2 \cdot P_{bolsa\ de\ red}$$

$$P_f = 2 \cdot 191,61kg = 383,22kg$$

4.2.3 Peso del recubrimiento anti fouling

El recubrimiento anti fouling también aporta un peso a la estructura. Para calcularlo realizaremos unos cálculos similares a los realizados para el cálculo de peso de las redes:

$$P_{A.F.seco} = 0,5 \frac{kg}{m^2} \cdot [\pi \cdot 19m \cdot (9 + 1,5)m + \pi \cdot 9,5 \cdot 9,55m^2] = 455,88kg$$

$$Empuje = P_{A.F.seco} \cdot \left(\frac{\rho_{a.s}}{\rho_{A:F}} \right) = 455,88kg \cdot \left(\frac{\frac{1,025kg}{dm^3}}{\frac{1,2kg}{dm^3}} \right) = 389,4\ kg$$

$$P_{A.F\ en\ agua} = P_{A.F.seco} - Empuje = 455,88kg - 389,4kg = 66,48kg$$

4.2.4 Cálculo del tubo anti corriente.

Como se explicó en el cuaderno 4 “Disposición general” es necesario colocar un tubo lastrado en la parte inferior de la red para evitar deformaciones excesivas de la red por acción de la corriente. Este tubo tendrá un perímetro igual que el anillo de flotación interior y su diámetro será tal que el empuje que cree sea similar al peso del tubo lastrado. Con esto conseguimos mantener la posición de la red pero sin crear una carga excesiva que cuelgue de la misma.



El peso del tubo lastrado será el peso del tubo más el peso de la cadena que discurra por su interior, mientras que el empuje será función del volumen del tubo y por tanto de su diámetro.

Suponemos un tubo de HDPE-80 de 160mm de diámetro, con un peso por unidad de longitud de 3,74 kg/m y un espesor de 8,2mm, el empuje proporcionado por este tubo será:

$$E = V \cdot \rho = L \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \rho = 60m \cdot \pi \cdot (0,08m)^2 \cdot \frac{1.025kg}{m^3} = 1.236,53kg$$

Para contrarrestar este empuje buscamos una cadena que proporcione el peso adecuado. Se escoge una cadena sin contrete de 32 mm de grosor y con un peso por unidad de longitud de 22,0 kg/m. Con esta cadena y el tubo anteriormente descrito tenemos un peso total de:

$$P_{total} = P_{cadena} + P_{tubo} = \left(\frac{P}{L}\right)_{cadena} \cdot L_{cadena} + \left(\frac{P}{L}\right)_{tubo} \cdot L_{tubo}$$

$$P_{total} = \frac{22,0kg}{m} \cdot 60m + \frac{3,74kg}{m} \cdot 60m = 1.544,4kg$$

Con esta elección se consigue un valor de peso similar al empuje aunque algo mayor para asegurar su función manteniendo la forma del recinto de confinamiento. El peso final que aporta el aro será:

$$P_f = P_{total} - E = 307,87kg$$

4.2.5 Peso de la estructura

El peso total de la estructura se dividirá en los distintos componentes y elementos que la integran de la siguiente forma:

$$P_E = P_1 + P_2 + P_3$$

Donde:

P1: Peso de los elementos de flotación

P2: Peso de la barandilla

P3: Peso de los elementos de soporte (brackets)



✓ *Peso de los elementos de flotación*

Los elementos de flotación son tubos de polietileno de alta densidad HDPE PE 80, con un diámetro exterior de 250mm y un espesor de 19,4 mm. Estos tubos tienen un peso de 13,54 kg por metro lineal. El peso de estos elementos será:

$$P_1 = \text{peso por unidad de longitud} \cdot \text{longitud de tubos}$$

$$P_1 = \frac{\text{peso}}{m} \cdot \pi(D + D') = 13,54 \frac{kg}{m} \cdot \pi \cdot (19 + 20)m = 1.658,95kg$$

$$P_1 = 1.659kg$$

✓ *Peso de la barandilla*

La barandilla es también un tubo de polietileno de alta densidad, de 110 mm de diámetro y 7 mm de espesor, con un peso de 2,18 kg por metro lineal de tubo. La circunferencia que forma esta barandilla es la misma que el tubo de flotación interior, por lo que su diámetro es 19 m. Así:

$$P_2 = \text{peso por unidad de longitud} \cdot \text{longitud del tubo}$$

$$P_2 = \frac{\text{peso}}{m} \cdot \pi \cdot D = 2,18 \frac{kg}{m} \cdot \pi \cdot 19m = 130,1kg$$

$$P_2 = 130,1kg$$

✓ *Peso de los elementos de soporte o brackets*

Como se explicó en el cuaderno 4, se ha optado por un modelo comercial de bracket, en concreto el modelo Enviro-60 mod L el cual es suministrado por la empresa Enviromar. Este bracket tiene un peso aproximado de 15 kg.

$$P_3 = 465kg$$



Con todos estos cálculos puede obtenerse el peso total de la estructura como suma de todos ello:

$$P_E = P_1 + P_2 + P_3 = 1.659kg + 130,1kg + 465kg = 2.254,1kg$$

4.2.6 Peso de las posibles cargas adicionales

Dentro de estas cargas se incluye el peso de los operarios así como de los equipos utilizados para las distintas labores requeridas por la instalación. Se prevé un número máximo de dos operarios con un peso de 80kg y un peso de equipos de 90kg.

$$P_C = 2 \cdot 80kg + 90kg = 250kg$$

4.2.7 Peso de los peces apoyándose sobre la red

Durante la vida útil de una instalación acuícola existe la posibilidad de que en algún momento se produzca un amontonamiento de peces debido a diferentes estados de estrés en los animales. Esto provoca un peso adicional sobre el fondo de la red que debe ser soportado por la estructura. Se estima que el 2% de los peces son soportados por la red en esta situación y para ello se escoge el momento de mayor carga de biomasa estimada en el plan de producción en 62,3t.

$$P_p = 1.246kg$$

El valor total de las fuerzas estáticas para la instalación será la suma de todos los componentes anteriores:

$$F_E = P_R + P_{A.F} + P_{A.C} + P_E + P_C + P_P$$

$$= (383,2 + 66,48 + 307,87 + 2.254,1 + 250 + 1.246)kg$$

$$F_E = 4.508,27kg$$



4.3 Cálculo del empuje

Todos los pesos detallados en el apartado anterior deben ser contrarrestados por el empuje proporcionado por los aros de flotación. Aunque existen otros componentes que aportan flotabilidad no se tendrán en cuenta en este apartado ya que su valor es notablemente inferior y así se consigue un valor más conservador.

Cada jaula de la instalación estará provista de dos aros de flotación uno interior de 60m de longitud y otro exterior de 62,83m. Estos tubos serán fabricados en HDPE-80, tendrán un diámetro de $D=250\text{mm}$. Por tanto el empuje proporcionado será:

$$E = \delta_{a.s} \cdot V = 1.025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot [(60 + 62,83)\text{m} \cdot \pi \cdot 0,125^2\text{m}^2] = 6.180,13\text{kg}$$

El valor del empuje aportado por los tubos de flotación es superior al de los pesos existentes en la jaula lo que asegura la flotabilidad de la misma.

4.4 Fuerzas dinámicas

Las fuerzas dinámicas actúan horizontalmente sobre la jaula y comprenden aquellas fuerzas ajenas a todos los pesos considerados para el estudio de las fuerzas estáticas. Principalmente son las producidas por las corrientes, el viento y las olas, teniendo estas últimas también una componente vertical. Las corrientes actúan sobre la parte sumergida de la jaula, mientras que los vientos y las olas actúan sobre la parte emergida de la misma.

Su cálculo se estimará siempre para las condiciones más desfavorables posibles y su valor viene dado por la siguiente expresión:

$$F_D = F_o + F_v + F_c$$

El cálculo de las fuerzas del oleaje, el viento y la corriente ha sido realizado en el apartado 2 de este cuadernillo y los valores obtenidos son los siguientes:

$$F_o = 2.892,96\text{N}$$

$$F_v = 714,23\text{N}$$

$$F_c = 100.230,6\text{N}$$

Por tanto el valor de las fuerzas dinámicas es: $F_D = 103.837,79\text{N}$

5. Fondeo

Una vez calculadas las fuerzas producidas por las condiciones ambientales, se han de cuantificar y diseñar las líneas de fondeo de cada jaula. En el cuaderno 4 “Disposición general”, ya se realizó una descripción detallada del sistema de fondeo y de los diferentes elementos que lo forman. En este apartado se realizarán los cálculos pertinentes para conocer las fuerzas que debe soportar el fondeo y comprobar que los dimensionamientos y elección de materiales realizados en el cuaderno anterior son los adecuados. La instalación contará con 14 líneas de fondeo: cuatro por cada lado largo de la flotilla y tres en cada lado corto

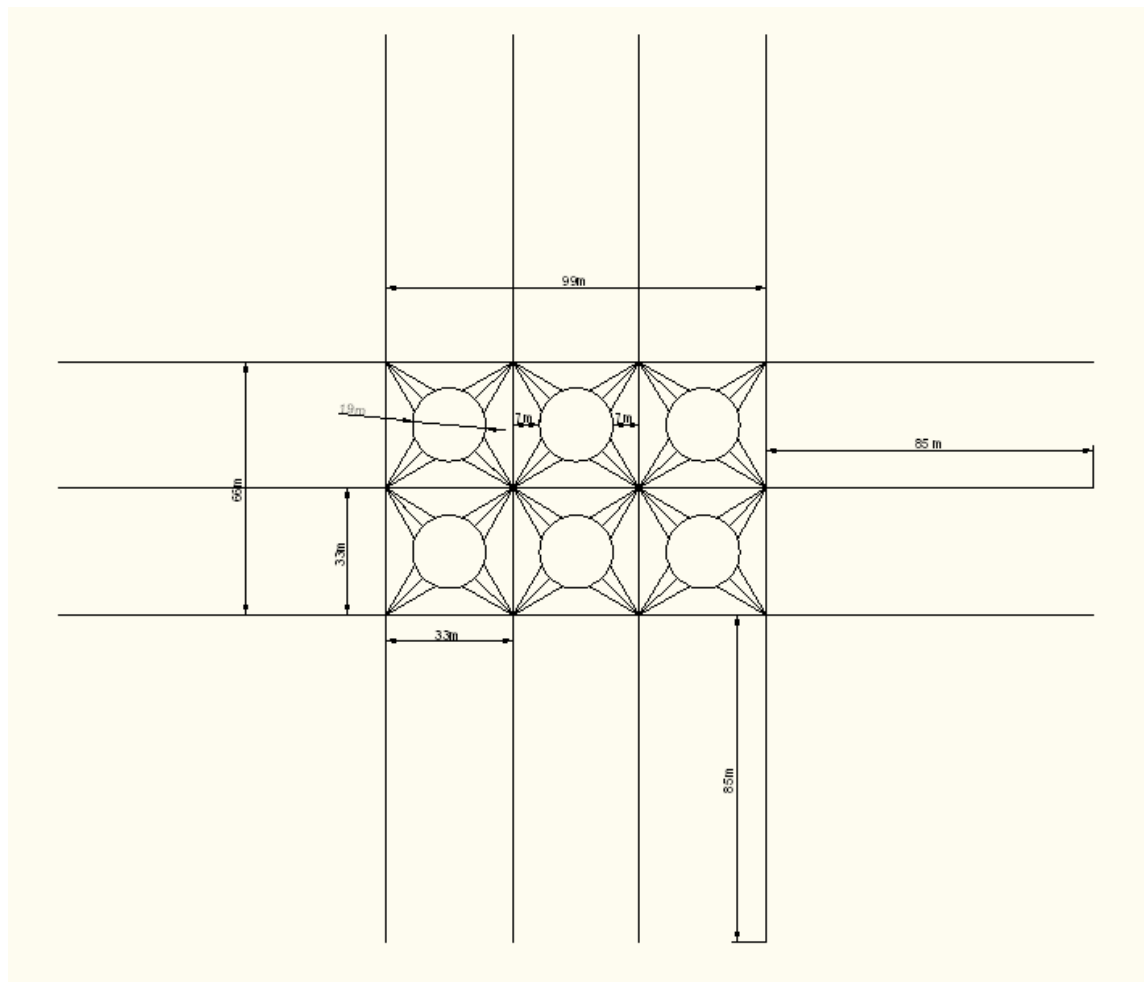


Figura 4.5: Vista en planta de la instalación.

Las cargas horizontales a las que la estructura se verá sometida son aquellas originadas por las fuerzas ambientales: olas, viento y corrientes las cuales presentan un valor, calculado anteriormente, de 103.837,79N por cada jaula de la flotilla.



Una buena hipótesis de trabajo es considerar que las fuerzas ambientales más desfavorables actúan sobre el lado de mayor longitud. Solo el número de líneas de esta longitud tendrán que soportar las tensiones que originan la suma de las solicitaciones que actúan sobre la flotilla de jaulas.

En flotillas ubicadas en dos filas, los viveros situados en la primera línea absorben el 70 % de los esfuerzos originados por los factores ambientales. Con esta suposición y considerando las fuerzas dinámicas antes calculadas es fácil obtener la fuerza total sobre la flotilla:

$$F_T = (F_d \cdot n^{\circ} \text{jaulas } 1^{\text{a}} \text{ fila}) + 0,3 \cdot (F_d \cdot n^{\circ} \text{jaulas } 2^{\text{a}} \text{ fila})$$

$$F_T = (103.837,79 \cdot 3) + 0,3 \cdot (103.837,79 \cdot 3) = 404.967,38N$$

$$F_T \cong 405kN$$

Esta fuerza total se repartirá entre el número de líneas de fondeo expuestas, antes definido, menos una para considerar la hipótesis de carga ambiental más desfavorable con la hipótesis de incidente (rotura de una línea).

Con el valor de esta fuerza ya se pueden dimensionar todos los componentes de las líneas de fondeo.

$$F_{\text{línea}} = \frac{F_T}{3} = \frac{405kN}{3} = 135kN$$

Esta fuerza debe ser contrarrestada por la línea de fondeo correspondiente, principalmente por la acción del ancla. Como se adelanto en el cuaderno 4 el modelo de ancla elegida es el Stingray debido, principalmente, a su mayor eficiencia que permite reducir el peso y por tanto abaratar costes de montaje. La fuerza generada por el ancla es debida a su peso y capacidad de agarre. Para escoger el peso del ancla consultamos los catálogos disponibles de empresas especializadas. A continuación se incluye una tabla tomada del catálogo de la empresa "SPyA" en el que indica el poder de agarre en función del peso.



kg	poder de agarre · holding power · pouvoir de tenue - t		
	arena · sand · sable	arcilla · clay · argile	lodo · mud · boue
10	2,39	1,85	1,34
25	4,95	3,83	2,77
50	8,59	6,65	4,80
100	14,91	11,54	8,34
150	20,58	15,93	11,51
175	23,26	18,01	13,01
250	30,89	23,92	17,27
375	42,64	33,01	23,84
500	53,60	41,50	29,97
750	73,99	57,28	41,37
1000	93,00	72,00	52,00

Figura 4.6: Relación entre el poder de agarre y el peso del ancla

El emplazamiento escogido para la instalación tiene suelo arenoso por lo que escogeremos un ancla de 100 kg de peso. Éste ancla proporciona un poder de agarre de 14,91 t valor inmediatamente superior al calculado para las fuerzas ambientales suponiendo las fuerzas ambientales más desfavorables actuando sobre el lado de mayor longitud, y en la condición de fallo de una línea.



Bibliografía

<http://www.badinotti.com>

<http://www.plastecnia.cl>

www.psi-sa.net

www.enviromar.com

www.oban.cl

www.aister.es

www.plastigama.com.ec

www.probrisa.com

www.ircsa.com

www.redinsa.com

www.spya.es

www.aquamaof.com

- Daniel Beaz, apuntes de la asignatura “Ingeniería de la acuicultura” temas 8 al 12
- José María González Álvarez- Campana, “Comportamiento del buque en la mar, fundamentos”. Versión 04, Madrid julio de 2010.
- Malcom C. M. Beveridge, “Cage aquaculture” third edition.
- Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), REF: Comunicación ESPOL; 05-October – 2011; HT 2942.
- Chavarría y Asociados, “Estudios básicos para instalar proyectos de maricultura oceánica en diez sitios cercanos a puertos pesqueros artesanales en el Ecuador”, Febero 2010.
- L. Vera, M. Lucero y M. Mindiola , “Caracterización oceanográfica de la costa central ecuatoriana entre la Punta del Morro y Jaramijó, Ecuador”, Acta oceanográfica del pacífico. Vol. 15, nº 1. 2009

Cuaderno 5: Pesos y centro de gravedad

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 5: Pesos y centro de gravedad



Índice

1. Introducción	Página 2
2. Peso de la estructura de flotación o sustentación	Página 3
3. Pesos de la bolsa o recinto de red	Página 4
4. Pesos del sistema de fondeo.	Página 6
5. Centro de gravedad de la jaula	Página 8
5.1. Centro de gravedad del sistema de flotación	Página 8
5.2. Centro de gravedad de la bolsa o recinto de red	Página 8
5.3. Centro de gravedad final de la jaula	Página 9



Cuaderno 5: Pesos y centro de gravedad

1. Introducción

Sistema de fondeo, encargado de mantener la A lo largo de este cuaderno se van a ir calculando los pesos de cada uno de los elementos de la estructura de forma que al final podamos conocer el peso total, así como el centro de gravedad de la jaula, partiendo del calculo del mismo en cada uno de los elemento.

Para ello se ha dividido la estructura en tres partes:

- Estructura de flotación o sustentación, que es aquella que aportara la flotación al sistema así como estabilidad, y ofreciendo soporte a las redes.
- Recinto o bolsa de red donde se encontraran confinados los peces y que por un lado queda sujeta a la estructura de flotación y por el otro lado sujeta a los elementos estructurales que mantienen la forma de la misma.
- jaula en posición y evitar movimientos no deseados así como grandes deformaciones.

El centro de gravedad mantendrá la posición horizontal situada en el centro de la estructura a causa de la simetría de la misma, lo que hace más importante el cálculo de la posición que ocupa en la vertical, para lo cual será necesario conocer el lugar que ocupa para cada uno de los elementos.



2. Peso de la estructura de flotación o sustentación

La estructura de flotación esta compuesta por los siguientes elementos:

- Aros de flotación: Tubos de HDPE-80 de diámetro $d=250\text{mm}$ y espesor $e=19,4\text{mm}$ (PN=10)
- Barandilla: Tubos de HDPE-80 de diámetro $d=110\text{mm}$ y espesor $e=7\text{mm}$ (PN=8)
- Elementos de soporte: 31 Bracket por jaula

Elemento	Peso por unidad	Nº Elementos	Longitud elemento	Longitud total	Peso por jaula
Tubos del aro de flotación	13,54 kg/m	10,27 tubos	11,8m	122,5	1659kg
Tubos de la barandilla	2,18 Kg/m	5,08 tubos	11,8.	60m	130,1kg
Bracket	15 kg	31 bracket			465kg

Sumando el peso de cada elemento nos da un peso total para cada jaula de: **2.254,1 kg**



3. Peso de la bolsa o recinto de red

Para calcular el peso de la bolsa o recinto de red hay que tener en cuenta que dado las características del proyecto será necesario el empleo de tres tipos diferentes de red para el confinamiento:

- Red de siembra: de poliéster con tamaño de malla de $\frac{3}{4}$ de pulgada, lo que equivale en el sistema internacional a 19,05mm.
- Red intermedia: de poliéster con tamaño de malla de una pulgada, es decir, 24,5mm.
- Red final: de poliéster con un tamaño de malla de 4 pulgadas o 101,6mm.

Se ha realizado el cálculo teniendo en cuenta el peso de la red de siembra por ser la que presenta mayor peso, y teniendo en cuenta el peso del fouling.

Para el peso de los cabos también se ha tenido en cuenta el fouling depositado en el mismo.

Además de las redes, esta parte de la estructura consta a su vez de cuerdas de poliéster de 12mm de diámetro y del tubo anti-corriente, encargado de mantener la forma de la jaula.

Para el cálculo del peso de cada elemento se ha tomado su peso en el agua, no su peso en seco, dado que es en el agua donde realizara el trabajo. El peso de la jaula con red de siembra:

Elemento	Tamaño	Peso por unidad	Longitud unidad	Nº elementos		Peso total
Red de siembra	540m ²	0,421kg/m ²				227,34kg
Base	285 m ²	0,421kg/m ²				119,98kg
Cabos Verticales		0,0566kg/m	10,5 m	32		19,1kg
Anillos horizontales		0,0566kg/m	60	5		16,98kg
Anillo anti-corriente (*)		5,13kg/m	60m	1		307,87kg
Anti-fouling	540m ²	0,084kg/m ²				45,69kg
Anti-fouling base	285 m ²	0,084kg/m ²				263,94kg



(*)El peso del anillo anti-corriente se da como la suma del tubo y la cadena de su interior, tal y como se especifica en el cuaderno nº 4

El peso total para la jaula con red de siembra será: **1.001 kg**



4. Peso del sistema de fondeo

A continuación se presentan los cálculos de pesos para el sistema de flotación de toda la flotilla,

- Cada línea de fondeo dispondrá a su vez de 100m de estacha de 36mm de diámetro y con una densidad lineal de 0,8kf/m
- Cada línea de fondeo constará de 20m de cadena de acero de 40mm de diámetro con una densidad lineal de 35,8kg/m.
- 14 anclas modelo Stingray de 100kg cada una.
- La unión entre la cadena y la estacha se realizará por medio de una anilla más un grillete.
- Entramado interior, formado por cabos de nylon de 36mm de diámetro y con un peso por unidad de longitud de 0,8kg/m.
- Entramado exterior en polysteel con un peso de 0,585kg/m compuesto de cabos de 36mm.
- 14 Boyas de profundidad encargadas de levantar la última parte de las cadenas de fondeo, cada una de ellas de 32 litros
- 12 Boyas de fondeo encargadas de sujetar las líneas cada una de ellas de 1.100litros

Elemento	Peso por unidad en agua	Nº Unidades	Peso instalación
Ancla	100kg	14	1.400kg
Cadena	622,5kg	14	8.715kg
Estacha	8kg	14	112kg
Grillete	5kg	14	70kg
Anilla	3,48kg	14	48,72kg
Entramado interior	14,24kg	6	85,44kg
Entramado exterior	40,86kg	1	40,86kg
Campana de distribución	8,43kg	14	118,1kg

Se calcula la flotabilidad aportada por las boyas:

Elemento	Flotabilidad por elemento	Nº Unidades	Flotabilidad de la instalación
Boyas de profundidad	-31,68kg	14	-443,52kg
Boya de fondeo	-1.080kg	12	-1.2960kg



El peso total del fondeo es de **10.590,12kg** siendo la flotabilidad que aportan las boyas de **12.960kg**, con lo que se comprueba que las boyas utilizadas son suficientes para mantener el sistema de fondeo.



5. Centro de gravedad de la jaula:

5.1. Centro de gravedad del sistema de flotación

Teniendo en cuenta la simetría existente en esta estructura el centro de gravedad del sistema de flotación se encontrara situado en el centro del círculo delimitado por los flotadores, siendo la posición vertical la componente a calcular.

El sistema de referencia empleado ha sido tomando como plano XY el paralelo al sistema de flotación y el eje z perpendicular a éste teniendo su punto de inicio en el fondo marino.

Teniendo en cuenta que la instalación se encuentra a una profundidad de 29,2 metros tenemos:

Elemento	Z_G (m)
Tubos de flotación	29,2
Elementos de soporte	29,8
Tubos de la barandilla	30,4

El centro de gravedad de todo el sistema de flotación se encuentra a 29,4 metros del fondo marino.

5.2 Centro de gravedad de la bolsa o recinto de red

Al igual que en el apartado anterior y a causa de la simetría de la jaula, el centro de gravedad de cada uno de los elementos respecto al plano XY se encontrará en el centro de la jaula, siendo necesario calcular únicamente su altura, es decir su posición en el eje Z

Elemento	Z_G (m)
Red de confinamiento	23,42
Cabos verticales	25,3
Anillos horizontales	25,86
Anillo anti-corriente	20,2
Anti-fouling	23,42

El centro de gravedad del sistema de bolsa de red se encontrará a 22,5 metros del fondo marino.



5.3 Centro de gravedad final de la jaula

Conocidos los centros de gravedad del sistema de flotación y del saco de red podemos calcular el centro de gravedad de toda la jaula que se encontrará situado a **27,278 metros** del fondo, dada la simetría de la jaula ocupara la posición central de la misma.



Bibliografía

www.aquamaof.com/

www.aquamaof.com/files/spec/cagespanish3.pdf

www.aister.es

www.spya.es

www.ircsa.com

www.oban.cl

- Daniel Beaz, Apuntes de la asignatura ``Ingeniería de la acuicultura´´, temas del 8 al 12

Cuaderno 6: Operaciones, equipos y servicios

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 6: Operaciones, equipos y
servicios



Índice

1. Introducción	Página 2
2. Montaje de las jaulas	Página 3
3. Fondeo de las jaulas	Página 6
4. Proceso productivo	Página 14
4.1 Recepción de alevines e introducción en las jaulas	Página 14
4.2 Alimentación	Página 15
4.3 Clasificación y desdoble	Página 16
4.4 Despesque y traslado a tierra	Página 17
4.5 Mantenimiento	Página 18
4.5.1 Redes	Página 18
4.5.2 Amarres	Página 19
4.5.3 Jaulas	Página 20
4.5.4 Boyas de balizamiento	Página 21
4.6 Control y análisis de la instalación	Página 21
4.7 Trabajos en inmersión.	Página 22
5. Especificaciones técnicas de los equipos.	Página 23
5.1 Bomba de trasvase de peces	Página 23
5.2 Clasificadora	Página 24
5.3 Alimentador	Página 25
5.4 Lava redes	Página 26



Cuaderno 6: Operaciones, equipos y servicios

1. Introducción

En este cuaderno se detallarán los diferentes procesos a realizar en una instalación acuícola así como los equipos necesarios para llevarlas a cabo.

Estas operaciones comienzan con el montaje de la instalación, es decir, la construcción de la jaula y su fondeo en el lugar de operación. Una vez preparadas las jaulas para su explotación comienza el proceso productivo, éste se puede dividir en varias fases. La primera sería la el transporte, recepción y traslado a las jaulas de los alevines, la segunda es la fase de engorde cuya operación principal es la alimentación de los peces hasta un peso determinado en el plan de producción para el cual debe realizarse un desdoble de los animales para separarlos por tallas evitando así problemas de canibalismo y gran dispersión de tallas dentro de los animales de una misma jaula. Una vez alcanzado el peso de venta en mercado se debe proceder al despesque y traslado al puerto de los peces para su posterior venta.

Una operación de gran importancia para el correcto funcionamiento de una piscifactoría es la revisión y mantenimiento de cada elemento que la componen, para ello se deben estimar unos plazos de revisión en función del elemento, su vulnerabilidad y su importancia dentro del conjunto de la instalación.

Siguiendo la filosofía de este proyecto enfocado a la cooperación al desarrollo, se tratará que las operaciones necesarias sean realizadas por trabajadores locales pudiendo ser necesario, según el trabajo, dotarles de una formación previa. Del mismo modo se intentará que los materiales o equipos que deban ser adquiridos provengan del mercado ecuatoriano, aunque debido a la inexistencia de este tipo de instalaciones en éste país buena parte de la maquinaria más específica se deberá adquirir en el mercado sudamericano o puede que incluso en el europeo o internacional en general.

2. Montaje de las jaulas

El montaje de la instalación comienza con la recepción y control de materiales, es necesario comprobar que todos los materiales y elementos entregados por el suministrador son aquellos que hemos solicitado y su estado es el adecuado. Una vez comprobado el material se debe proceder a su ubicación en una zona amplia y seca, preferiblemente cerca de la costa y donde puedan realizarse los posteriores trabajos de montaje. A continuación se incluye una serie de fotos facilitadas por la empresa “Oban” de la recepción y colocación de materiales.



Figura 6.1: Recepción de las estachas.



Figura 6.2: Recepción de boyas de fondeo.



Figura 6.3: Recepción de los tubos de HDPE.



Figura 6.4: Disposición de los brackets.

Una vez disponemos de todos los materiales necesarios se procede a la fabricación de la estructura de flotación.

Para montar la estructura flotante, el primer paso es el pegado de los tubos de polietileno de 250 milímetros de diámetro mediante temperatura y presión, para realizar esta

operación se empleará la soldadora Basic 250, la cual puede ser adquirida en el mercado ecuatoriano a la empresa “Ritmo: Plastic welding technology”. En el apartado 5 de este cuadernillo se incluyen las especificaciones técnicas de esta máquina. Esta actividad puede ser realizada por la empresa suministradora de la máquina o bien por los propios operarios de la instalación previamente formados en el correcto uso de la misma.



Figura 6.5: Soldadora Basic 250.

Una vez unidos los tubos, se obtendrán dos tramos de 60 y 62,3m de longitud que se corresponde con el perímetro interior y exterior de la jaula por los que se pasarán los brackets hasta su posición final. A continuación se procede al pegado de los tubos de 110mm correspondientes a la barandilla y a su colocación en los orificios destinados a ellos en los brackets.

Habiendo colocado los brackets y la barandilla se procederá a cerrar la estructura circular utilizando una carretilla.

El último paso es el transporte de la estructura a la concesión para su posterior amarre al sistema de fondeo y el entramado superficial. En primer lugar debe ser llevada hasta el mar con ayuda de unas carretillas para ser botada y posteriormente será remolcada hasta su lugar de operación.



Figura 6.6 y 6.7: Botadura de la jaula.



Figura 6.8 y 6.9: Remolque de la jaula.

3. Fondeo

El primer paso en el fondeo de las jaulas será la delimitación del perímetro de trabajo mediante el fondeo de 4 boyas cardinales en sus vértices. La señalización de los cuatro puntos que delimitan el polígono se realizará mediante GPS diferencial.



Figura 6.10: Boyas de señalización de la conexión

Fuente: E.P. Desarrollo agrario y pesquero

En segundo lugar se debe marcar los puntos donde ubicar posteriormente las anclas, este proceso se puede realizar mediante pesos unidos en el fondo y cabos. Los pesos quedarán balizados mediante pequeñas boyas que indiquen en superficie el punto del fondeo.

Posteriormente se preparará en tierra el fondeo de las anclas conectando ancla, cadena, boya de profundidad y estacha, y se estibará en el barco listo para su utilización.



Figura 6.11: Anclas estibadas antes del fondeo

Fuente: E.P. Desarrollo agrario y pesquero

La maniobra de fondeo puede ser realizada sacando el ancla de la bodega, poniéndola a son de mar y aproximándose al punto señalado como lugar de fondeo mediante la mencionada boya de superficie puesta a pique, de forma que, cuando se libere el ancla, el barco seguirá ligeramente avante en la dirección donde se ubica la jaula para así estirar la línea de fondeo. El extremo de la estacha se debe dejar balizado en el fondo a la espera del resto de la estructura. Tras esta operación quedarán tendidas sobre el fondo marino las 14 líneas formadas por ancla, cadena, boya de profundidad y estacha que posteriormente se unirá, al anillo de distribución y al entramado superficial. En las fotos siguientes se muestran las operaciones de sacar el ancla de la bodega y ponerlas a son de mar. Ambas fotografías corresponden al montaje de la jaula Hércules de Corelsa en aguas andaluzas.



Figura 6.12: Ancla fuera de la bodega



Figura 6.13: Ancla a son de mar

Fuente: E.P. Desarrollo agrario y pesquero

El siguiente paso fue el montaje en tierra del entramado superficial. Se tendrá como objetivo realizar el mayor número de operaciones en tierra donde la facilidad y precisión de los trabajos es mayor. Por este motivo se conectarán los cabos a los aros metálicos y a las boyas, se adujarán y se llevarán en el barco listos para su montaje.



Figura 6.14: Boya y cable adujado listo para salir.

Fuente: E.P. Desarrollo agrario y pesquero



Según la disposición general de la instalación, cada campana de distribución va unida a la boya de 1.100 litros y a una serie de cabos que conformarán el entramado superficial, tanto exterior como interior. El número y tipo de cabos que va unido a cada campana depende de la posición de la misma dentro de la retícula. A continuación se incluye un esquema de la instalación (sin jaulas) en el que se muestra en color negro las líneas de fondeo descritas anteriormente, que ya deben estar dispuestas en el fondo marino y con un orinque en su extremo para poder unirlo a la campana correspondiente. En color azul se representan los cabos del entramado exterior que como se detalla en el cuaderno 3 “Disposición general”, son cabos de polysteel de 33m de longitud. Los círculos de color rojo representan las campanas de distribución a las cuales se les asignará un número para facilitar posteriormente la descripción del montaje de los cabos en las mismas. Por último, en color verde los cabos de nylon del entramado interior o pies de gallo.

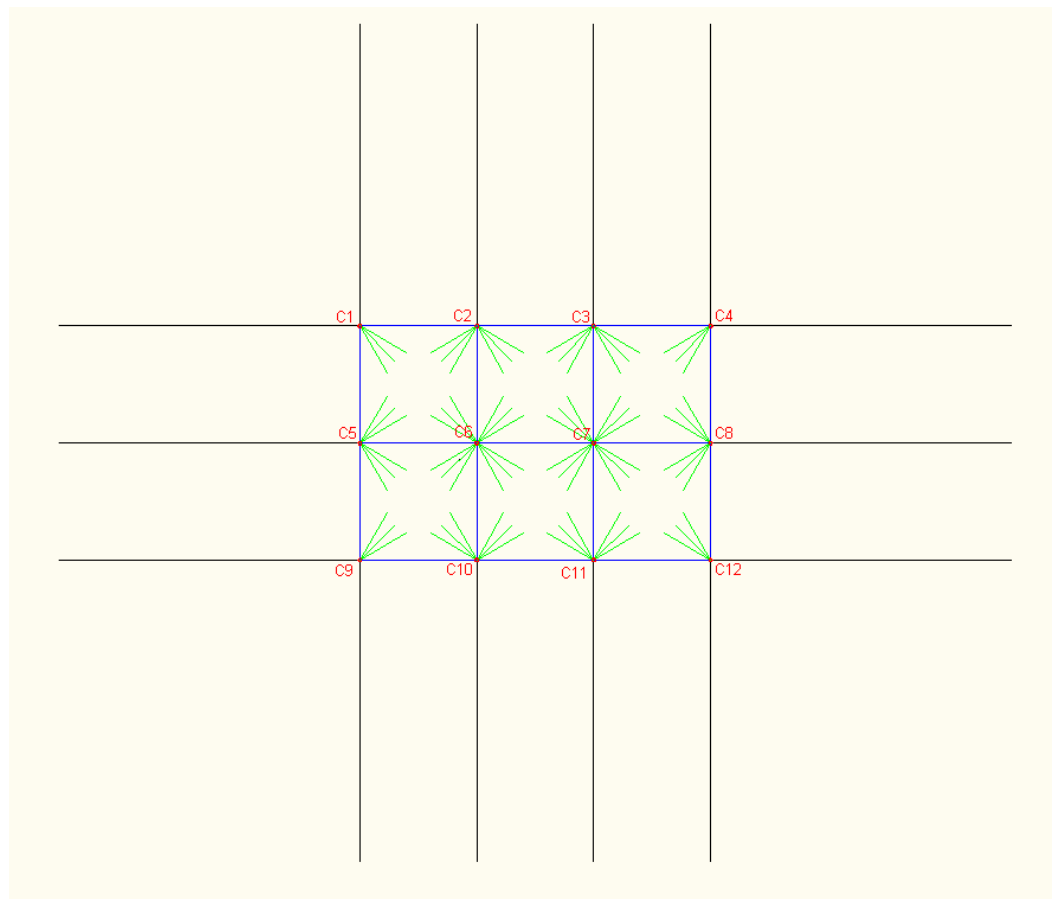


Figura 6.15: Esquema de la instalación completa (sin jaulas).



En tierra dividiremos el entramado en partes para llevar en el barco cada campana unida a su boya y a los cabos correspondientes, se aprovechará la simetría de la instalación para que el número de posibilidades de montaje sea el menor y así facilitar su montaje. Los cabos que deben ir en cada campana se describen a continuación.

- ✓ *Campanas 1, 4, 9 y 12:* Son las campanas situadas en las esquinas de la retículas, estas campanas irán montadas con dos cabos de polysteel de 33m y 3 cabos de nylon, dos de 15,2m y el tercero de 13,9m. Una vez colocadas en su posición en el mar deberán unirse a dos líneas de fondeo cada una. Como ejemplo se pone el detalle de la campana 1.

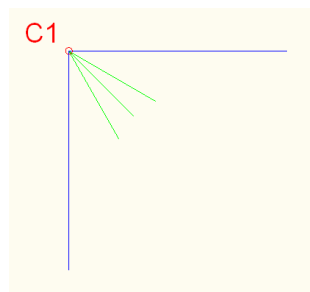


Figura 6.16: Detalle de los cabos que parten de la campana 1.

- ✓ *Campanas 5 y 8:* Corresponden a las campanas situadas en el medio del lado corto de la retícula. De estas campanas partirá un cabo del entramado exterior (polysteel de 33m) y cada lado de él dos tríos de cabos de nylon correspondientes al entramado interior. Una vez situadas en el mar se unirá cada una a una línea de fondeo. Se incluye el detalle de la campana 5.

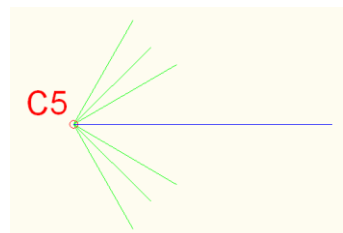


Figura 6.17: Detalle de los cabos que parten de la campana 5.

- ✓ *Campanas 2 y 10:* Situadas en la parte externa del lado largo de la retícula deberán unirse a una línea de fondeo. Cada campana deberá ir unida a 2 cabos del entramado exterior y dos pares de tríos del interior. A continuación se muestra el detalle de una de estas campanas.

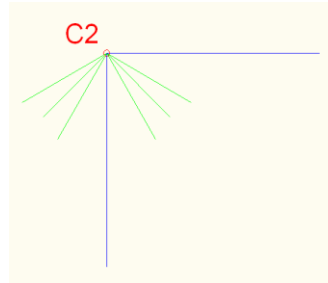


Figura 6.18: Detalle de los cabos que parten de la campana 2.

- ✓ *Campanas 3 y 11:* Estas campanas son las dos que restan para terminar la parte exterior de la retícula y por tanto deberán ir unidos en el emplazamiento a sus correspondientes líneas de fondeo. Estas campanas irán unidas a un cabo del entramado exterior y cada lado del mismo un trío de cabo del entramado interior. Igual que en los casos anteriores se incluye el esquema de una de ellas para facilitar la comprensión.

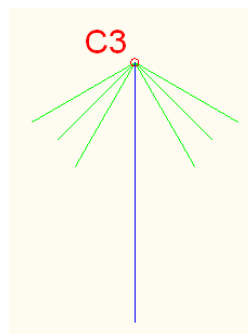


Figura 6.19: Detalle de los cabos que parten de la campana 3.

- ✓ *Campana 6:* Situada en el interior de la retícula no va unida a ninguna línea de fondeo. De ella parten un cabo del entramado exterior y 4 tríos del interior.

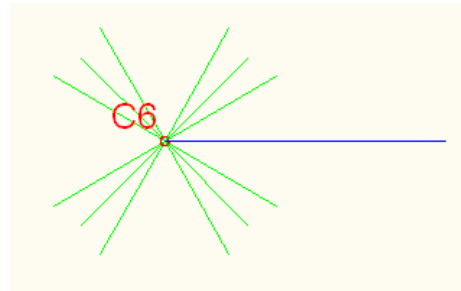


Figura 6.20: Detalle de los cabos que parten de la campana 6.

- ✓ *Campana 7:* Es la otra campana situada en el interior de la retícula y en ella deben ir montados 4 tríos de cabos interiores todos los cabos exteriores a los que estará unida una vez situada en la instalación van ya incluidos en alguna de las campana adyacentes y descritas anteriormente.

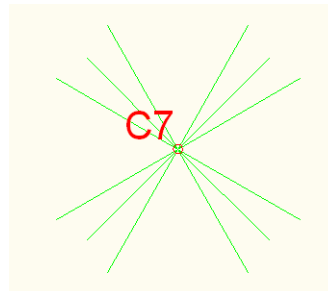


Figura 6.21: Detalle de los cabos que parten de la campana 7.

Para terminar se incluye un esquema de todos los elementos anteriores y su colocación para formar la retícula.

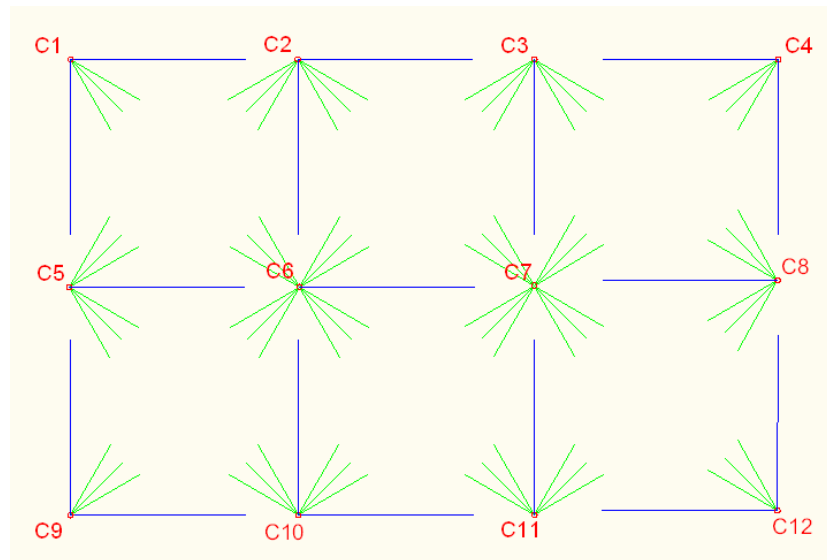


Figura 6.22: Esquema de montaje de todas las campanas.

La siguiente foto corresponde a una instalación realizada por la empresa chilena Oban en aguas brasileñas. En ella se pueden ver las 4 boyas de superficie o fondeo que posteriormente serán unidas a las jaulas mediante el entramado superficial.



Figura 6.23: Boyas de fondeo.

Una vez tenemos dispuesto todo el sistema de fondeo y el entramado superficial es el momento de remolcar las jaulas, ya construidas en tierra, y colocarlas en su posición de trabajo. Una vez allí se conectarán al entramado superficial, y con ello al fondeo, mediante los cabos de nylon o pies de gallo. Cada jaula irá unida por un total de 12 pies de gallo.



**Figura 6.24: Unión de una jaula al
entramado superficial.**



**Figura 6.25: Colocación de jaulas en la
retícula.**

Una vez situadas las jaulas en su posición de trabajo se montará el aro anticorriente, para ello lo llevaremos ya montado y lastrado desde tierra en un costado del buque. El aro se amarrará por un par de estachas al aro de flotación y se llevará al agua de manera que quede unido al tubo superior. Después se deberá ir cobrando cabo hasta situarlo en su posición de trabajo.

El último paso es el montaje de las redes, las cuales deben ser amarradas a la estructura de flotación y dejar que caigan por gravedad, después los buzos serán los encargados de amarrar la red por su parte inferior al tubo anticorriente colocado previamente.

En la fotografía siguiente puede verse como operarios de la empresa “Oban” ponen las redes a la estructura de flotación.



Figura 6.26: Colocación de las redes.



4. Proceso productivo

El proceso productivo de una instalación acuícola comienza con la recepción de los alevines y su introducción dentro de la jaula correspondiente. Una vez en el mar, empieza el proceso de engorde a partir de la alimentación controlada de los animales, una vez que alcanzan cierto peso determinado en el plan de producción debe realizarse un desdoble de los peces separándolos en distintas jaulas según su peso. La última operación del proceso productivo será el despesque y el traslado a tierra de los animales. Además de estas operaciones básicas es necesario someter a un buen control y mantenimiento de todos los elementos de la instalación. A continuación se describen las principales operaciones y los equipos necesarios para su realización.

4.1 Recepción de alevines e introducción en las jaulas.

Previamente al traslado de los peces al muelle es conveniente revisar los peces en el criadero y asegurarse de que los peces que compra son los que paga. Es bueno hacer controles de la dispersión de pesos y tallas, de las posibles deformidades y del estado sanitario en general. Además, es conveniente pedir los peces ya vacunados y, en el caso que se considere oportuno, pedir ciertos tratamientos preventivos, ya que en un tanque es más sencillo hacer cualquier tipo de tratamiento (parásitos, heridas, bacterias etc).

Una vez comprobados los animales éstos deben ser transportados, normalmente en camiones, hasta el muelle. Por lo general, los peces antes de ser manipulados deben de ayunar con el fin de evitar el consumo exagerado de oxígeno. El camión se suele cargar con cubos y/o bombas de trasiego de peces vivos una vez contados. La temperatura del agua de transporte no debe ser muy alta para evitar un gran consumo de oxígeno y el canibalismo. El camión lleva

un sistema de inyección de aire, oxígeno y equipo de bombeo para auto renovarse. El dato más importante a tener en cuenta durante el transporte es el pH que suele subir demasiado e indica que hay exceso de excreciones, por lo que habría que renovar agua enseguida, y el oxígeno.

Una vez que el camión llega al puerto, se ha de renovar el agua de los tanques para equiparar las temperaturas, la renovación se hará en base a 2º C por hora, y en caso necesario, se puede tratar a los peces en el propio camión. La descarga se llevará a cabo por medio de tubos flexibles soltando el agua despacio al principio y tratando de evitar que el pez impacte con velocidad en el agua.

El siguiente paso a realizar es el transporte de los alevines a las jaulas. Hay dos sistemas para transportar peces, una es directamente en tanques especializados que van en la cubierta del barco, dotados con todos los sistemas (oxígeno, entrada de agua, salida etc) y la otra, directamente en las jaulas que, luego, habrá que transportar hasta la instalación. En este caso



se escogerá la primera opción ya que es más sencilla y rápida. En caso de hacer el transporte por remolque sería necesario lo siguiente: poner una red adecuada al tamaño de los peces, a 2 m de profundidad y con pesos colgando para mantener la red abierta. Una vez los peces dentro, se amarran dos cabos de remolque con una separación igual a dos veces la manga del barco y a 50 m de distancia con el fin de que no llegue el rebufo de las hélices, y además se amarrará un tercer cabo al fondo de la red para que ésta no se deforme hacia atrás. La velocidad del remolque será de un nudo y en la jaula irá un buzo informando del estado de los peces por el esfuerzo de nadar tras el barco. Si es preciso, se puede empezar a alimentar poco a poco.

El último proceso a realizar es la introducción de los alevines dentro de las jaulas en mar. En la instalación de engorde, previa a la llegada de los peces, se habrá instalado una red del tamaño adecuado para los peces que llegan. En este caso los peces llegan en tanques de transporte, por lo que el barco debe abarloarse a la jaula, quitar el 50% del agua de cada tanque y después soltar poco a poco los peces. Una vez hecho esto, un buzo debe de visitar con cuidado la jaula de cultivo, revisar el estado de los peces, contar y retirar los posibles muertos y salir de la jaula. El equipo del barco debe inmediatamente dar de comer y poner la red anti pájaros.

4.2 Alimentación

La alimentación es uno de los procesos más importantes porque es con diferencia el mayor gasto de una granja de peces, siendo el 40% del coste en granjas muy eficientes y de ahí para arriba en las menos eficientes. Por lo tanto, la alimentación debe de ser racional, lógica y muy profesional. Los piensos no consumidos, además de suponer un sobre coste, caen al fondo formando capas impermeables que impiden el paso del oxígeno y crean gases tóxicos, pudiendo llegar al colapso de la granja por contaminación del fondo. Existen tres métodos principales de alimentación: el manual, semiautomático y automático. El sistema manual que consiste en repartir el pienso a mano, es muy buen sistema, sobre todo al principio del cultivo, ya que el responsable de alimentar debe estar muy pendiente de los peces e informar de cualquier eventualidad en el cultivo. El inconveniente es que es una tarea muy pesada y aburrida y las personas tienen tendencia a hacerlo rápido y mal. Además, en una granja en la que se llega a suministrar más de 20 toneladas de pienso, es impensable la cantidad de personas y barcos que harían falta. El Sistema semiautomático consiste, en la mayoría de las veces, en un artilugio que dispara el pienso desde una tolva usando aire comprimido que se genera con un compresor accionado por un motor. Es muy eficaz, el personal está en contacto con el cultivo y puede parar de alimentar si los peces no comen, lo malo es el ruido que hacen los cañones y las posibles roturas de los mismos. Por último el sistema automático, consiste en unos silos flotantes unidos a compresores con un complejo sistema de válvulas y electrónica que dispara el pienso y lo conduce por medio de tubos hasta las jaulas. Este sistema es

tremendamente eficaz y puede ser atendido por una sola persona, lo malo es que al ser totalmente automático no suele haber nadie mirando como comen los peces y por lo que se ha apuntado anteriormente, no es muy recomendable. En estos sistemas hay mando a distancia que son usados por personal desde lanchas y lo accionan cuando están en la jaula que va a comer, de tal modo que la persona ve cómo es la respuesta de los peces sin tener que sufrir el esfuerzo de lanzar el pienso a mano o aguantar el ruido de un cañón. También existen sistemas ópticos para ver los piensos no consumidos y cómo actúan los peces bajo el agua, pero requieren de mucho mantenimiento, hay que limpiarlos a menudo y tiene que haber una persona mirando los monitores.

Para esta piscifactoría se cree conveniente el empleo de un sistema de alimentación semiautomático, debido a su mayor rendimiento respecto al manual pero con un menor coste que un sistema totalmente automatizado. Además al necesitar mano de obra para su manejo se fomenta la creación de empleo. Este tipo de alimentadores son fácilmente adquiribles dentro del mercado internacional, algunos posibles suministradores serían “Badinotti” empresa italiana con sede en Perú o “Enviromar” empresa acuícola española con sede en Chile. A modo de ejemplo se incluye la fotografía de un modelo de dispensador de comida semiautomático:



Figura 6.27: Alimentadora semiautomática.

4.3 Clasificación y desdoble

Durante el proceso de engorde es necesario tener en cuenta que el crecimiento de los peces es desigual, lo que obliga a realizar una preclasificación según pesos para evitar que en una misma jaula coexistan alevines con pesos muy dispares. Para ello se clasificarán los alevines en cabeza, cuerpo y cola. Los alevines considerados ‘cabeza’ son aquellos que tienen un peso superior al de la media y se estima en que representen el 20% del total. Los ‘cuerpos’, son aquellos alevines que tienen un peso medio, este grupo será el más numeroso incluyendo



al 60% del total. Por último, las 'colas' son aquellos que su nivel de crecimiento ha sido inferior y por tanto presentan menor peso, al igual que las cabezas, se estima que este grupo representa el 20% total.

Una vez realizada la clasificación deberán separarse cada grupo en diferentes jaulas y continuar, ya por separado, el proceso de engorde. Como se ha detallado en el cuaderno 2 "Dimensionamiento" en el caso de esta instalación la clasificación se hace para un peso aproximado de 175 g los que llamamos cuerpos, 200 g las cabezas y 150 g las colas. Para poder realizar esta operación son necesarios varios equipos entre los que destacan: La bomba de peces y una clasificadora según pesos o tamaños. Estos equipos deben estar especialmente diseñados para operaciones con peces vivos de manera que el animal sufra o se dañe lo menos posible. La clasificadora deberá contar con salida de, al menos, tres posibles pesos y deberá tener un rango aceptable de pesos entre los 150 g y los 200 g que serán los pesos de las colas y cabezas respectivamente. De la misma manera la bomba debe tener las características adecuadas para poder realizar el trasvase de peces de estos pesos. Todas las especificaciones técnicas de los diferentes equipos se incluyen en el apartado 5 de este cuaderno.

4.4 Despesque y traslado a tierra

Una vez que los animales han alcanzado el peso de venta debe realizarse el despesque o pesca comercial. Esta operación es de suma importancia ya que si se hace mal se puede destruir el trabajo realizado durante meses. El día exacto del despesque debe ser avisado con anterioridad a los operarios ya que es obligado el ayuno de los peces. Los peces que se van a pescar no deben de ser alimentados un día antes si la temperatura es $>22^{\circ}\text{C}$ y dos días se es menor de 22°C , con el objeto de tener el estómago e intestinos limpios de pienso.

La operación de despesque puede realizarse de tres maneras principalmente. Cuando se pesca toda la jaula y se tiene suficiente máquina en el barco, lo único que hay que hacer es sacar toda la red fuera del agua e ir llenando los tanques de matanza por el caletín de sacar la mortalidad. El segundo método es usando una red de cerco alrededor de la jaula que se va cerrando por las anillas correderas del fondo hasta concentrar el pescado y capturarlo con salabre manual o con grúa. Es recomendable poner una lona en el salabre con el fin de que siempre haya agua y el pescado no se dañe contra las mallas. Este modo de pesca permite calcular el volumen de la captura con exactitud. El último método es similar que el anterior, pero en vez de salabre, se empleará una bomba de trasiego de peces vivos. En este caso se escogerá este último método como sistema de despesque, según el plan de producción el despesque se realiza para dos pesos diferentes, uno cuando el animal tiene un peso de 450g y el segundo para 2kg, se deberá escoger una bomba capaz de mover animales de al menos de estos pesos. Para el sacrificio de los peces se optará por utilizar hielo ya que todas las experiencias en peces señalan que la mejor forma de sacrificar el pescado es usando hielo convencional y/o hielo líquido, el problema del hielo líquido es que es un sistema más



complicados, ya que el hielo líquido es como una gelatina a 3º C negativos que afecta a las branquias haciendo micro heridas y abundante sangre y, muchas veces, se congela el iris del ojo del pez haciéndolo parecer viejo. Para que funcione bien, hay que remover constantemente la gelatina para que los peces se distribuyan bien por la mezcla y no se congelen, ya que al caer en el hielo hacen una bolsa dejando a los del medio caliente y los periféricos congelados. De este modo, los peces mueren sobre todo por anoxia más que de frío, pero de lo que se trata es que se muevan poco y no se arañen unos a otros, y el frío los aletarga bastante rápido. Por estos motivos se utilizará hielo convencional, las necesidades de hielo se calculan más o menos de 2 kilos por kilo de pez, aunque siempre es bueno llevar mucho hielo por si hace falta más. Hay que tener en cuenta que en ese momento se inicia la cadena de frío y no se ha de escatimar en algo que tiene un coste bajo y una importancia muy alta.

4.5 Mantenimiento

La realización de un buen mantenimiento, entendiendo como tal los trabajos típicos encaminados a mantener el correcto estado de la instalación es una clave fundamental para el

buen desarrollo y rentabilidad de una instalación acuícola. Con esta práctica se consigue minimizar el riesgo de rotura o fallo de los elementos de la instalación, evitando en primer lugar incurrir en costes de reparación o remplazo de los mismos o incluso en la necesidad de parar la producción debido a fallos graves del sistema.

El tipo de mantenimiento así como su periodicidad dependerá del elemento, su vulnerabilidad y su importancia para el correcto funcionamiento de la instalación.

4.5.1 Redes

Las redes es uno de los puntos más importantes y vulnerables de la instalación, por lo que una buena revisión y un cuidadoso mantenimiento son fundamentales. El fallo más grave que puede producirse en la red es la rotura de la misma teniendo como efecto inmediato la pérdida de la biomasa que ella confinaba ocasionando pérdidas de miles de dólares.

Las principales labores de mantenimiento de las redes serán llevadas a cabo por buzos, los cuales deberán sumergirse en el agua y comprobar el estado de la red, detectando posibles roturas y realizando labores de limpieza en caso de que el fouling acumulado sea considerable. Esta operación deberá realizarse cada uno o dos días como máximo. Debe tenerse en cuenta que una red dejará de ser válida y deberá ser sustituida por una nueva cuando haya perdido el 30% de su resistencia inicial.



Además de la limpieza submarina realizada por los buzos, las redes deberán ser sacadas del agua y sometidas a una limpieza más profunda periódicamente, una red necesita ser cambiada cuando está sucia, y consideramos que una red está sucia cuando se ha cerrado el 50% de su luz. De acuerdo al plan de cambio de redes realizado en el cuaderno 3 de este proyecto, ninguna red estará sumergida más de 5 meses seguidos antes de ser sustituida por otra más óptima según el tamaño de pez en ese momento. Por este motivo se considera innecesario hacer más cambios de redes que los previstos en dicho cuaderno. De este modo los máximos tiempo de inmersión serán de 4 meses para las redes de siembra, hasta 5 meses para la red intermedia y 3 meses para la red final.

El cambio de redes es una de las tareas menos gratas dentro de los procesos normales en una granja en mar abierto porque requiere de mucho trabajo, esfuerzo, equipos y personal, además de ser una de las tareas más arriesgadas que se efectúan en una jaula. El proceso de cambio de red comienza con la comprobación de la velocidad de la corriente en el mar, el viento y el oleaje para situar el barco a barlovento de la jaula, desmontar el sistema anti corrientes, soltar todos los amarres de los tubos de flotación y preparar la nueva red. Una vez soltados todos los cabos, se tira la nueva red al agua dejándola enganchada a la barandilla por una esquina. La red sucia se tiene que subir lo máximo posible para permitir que la limpia se meta por debajo, teniendo mucho cuidado de que no haga bolsas, ya que los peces tienen la tendencia de huir hacia la oscuridad y se amontonan en lugares muy pequeños provocando enormes mortalidades. Una vez hecho esto la grúa situada en la embarcación auxiliar tira desde el centro de la red y la saca como un calcetín. Una vez sacada la red sucia, se debe de llevar a puerto, secar (nunca al sol) y lavar, después hay que revisarla y coser los posibles agujeros que tenga, cambiar cuerdas rotas y dejarla en buen estado. Almacenar en contenedores cerrados y marcados con el número de la red y sus características, historia e incidentes.

La limpieza de las redes en tierra suele realizarse mediante una lavadora de redes, este tipo de maquinaria se puede adquirir en empresas especializadas en acuicultura como las ya referidas en más ocasiones “Badinotti” o “Aister”. A continuación se muestran algunas fotografías de estas lavadoras y en el apartado 5 de este cuaderno se darán las especificaciones de la misma.

En cuanto a las redes anti pájaros, deberán permanecer con la tensión adecuada, ni muy tensas ya que provocarían esfuerzos innecesarios en los soportes correspondientes, ni muy flojas para evitar el contacto con el agua.

4.5.2 Amarres

En este apartado se incluyen los amarres de las redes a las jaulas, los amarres de las jaulas al entramado y los trenes de fondeo.



Todos los días, las personas que se ocupan de la alimentación deben de revisar los amarres superficiales de las redes a las jaulas y de las jaulas al entramado, y en caso de rotura sencilla, se debe de cambiar por el propio personal de alimentación. Semanalmente se deben de revisar todos los componentes del entramado: grilletes, cadenas, anillas, pasadores, cables y amarres superficiales de los trenes de fondeo. También se tiene que revisar el aro anti corriente. La tensión de los amarres se ha de revisar cada 6 meses y después de un temporal, y si es necesario, hay que tensar el sistema. Si está destensado, puede suceder el efecto látigo y romper todos los cabos o hacer que los componentes metálicos sean sometidos a un desgaste acelerado.

Cada 6 meses habrá que revisar los amarres profundos, es decir, las anclas, cadenas y las boyas de profundidad así como todas sus uniones.

Los buzos que se ocupan del mantenimiento y que hacen las revisiones, deben de informar de todo lo que ven y hacen con el fin de prever cuándo se ha de cambiar un elemento antes de que se rompa. La prevención es imprescindible para la programación, lo que se rompe pasa a ser urgente y anula lo importante. En las revisiones de elementos metálicos se ha de llevar un pie de rey con el fin de medir el grosor de los componentes, y si éste ha disminuido en un 25% su grosor hay que cambiarlo, ya que habrá perdido más del 60% de sus características de rotura. Esto hay que hacerlo con las cadenas, grilletes y anillas.

Los cabos, sólo con tocarlos con la mano puede saberse si están tensos ya que están muy duros, hay veces que aún sin estar tense el cabo está muy duro, esto es porque el amarre se ha estirado y ha perdido su elasticidad y es necesario cambiarlo. Otras veces se roza contra el metal y se despelucha hasta la rotura. Otro punto importante de control es la anilla de unión de la cadena con la estacha y su boya de profundidad ya que si ésta llega a faltar la estacha puede llegar a romper a causa del rozamiento con la arena del fondo dejando a la instalación con una línea de fondeo menos.

Para cualquier cambio de un componente, hace falta un barco con grúa y potente, que sea capaz de aflojar el sistema para que quede totalmente destensada la zona a cambiar y poder trabajar sin tensión ni peligro y más en mar abierto, la operación sólo debe de durar unos 3 minutos entre dos buzos.

4.5.3 Jaulas

Los tubos de flotación de las jaulas deben ser revisados diariamente, sobre todo por la posible aparición de grietas o deformaciones. Su limpieza se realizará cada dos o tres meses dependiendo de la cantidad de fouling adherida. Es importante tener en cuenta que el peso de la red debe ser soportado por los tubos de flotación y no por el de la barandilla ya que podría romper. También se debe controlar el estado de los brackets y pasadores.



4.5.4 Boyas de balizamiento

El programa de mantenimiento del balizamiento incluye el control de estanqueidad, deformaciones y grietas en la boya de flotación, el control y revisión del desgaste de la cadena, muerto y grilletes. También se ha de revisar el grupo óptico, el estado del circuito eléctrico, posibles oxidaciones, estanqueidad de la caja de baterías y la óptica de la linterna. En cualquier caso deberán seguirse las indicaciones del suministrador de la boya para su correcto funcionamiento.

4.6 Control y análisis de la instalación

Todo lo que sucede en una granja tiene que ser almacenado y analizado si queremos optimizar la producción, la rentabilidad y el funcionamiento. Por lo tanto, se deberá establecer un sistema de control muy sencillo que pueda ser alimentado por todo el mundo, este sistema de control es conocido en el mundo de la acuicultura como La Hoja del Día. En esta hoja se anotan las jaulas y lo que tienen, lo que va a comer cada una de ellas (tipo de pienso y cantidad) la respuesta a la alimentación, la red que tienen puesta, las incidencias de la

instalación, los informes de los buzos, los fenómenos climáticos y todo lo extraordinario que hay que hacer: pesca de alguna jaula, llegada de alevines, cambio de red, peces en ayuno, peces con tratamiento etc. Se hará una hoja por sección y será cumplimentada por todo el que haga alguna tarea concreta: los alimentadores escribirán sus observaciones, por ejemplo, comen muy bien, comen hondo o no comen. Estas anotaciones deben ser sencillas y directas ya que el flujo de información que se produce a pie de campo es vital para el buen funcionamiento.

Esta hoja debe de ser hecha el día antes, pero tiene que haber una pequeña reunión previa muy fluida con los responsables de las distintas áreas: como han comido los peces y qué se recomienda: subir cantidad, bajar, cambiar pienso etc, qué se va a pescar, qué trabajos hay que hacer (cambio de una red, de un grillete etc) la hoja se da a los que preparan los pienso del día siguiente.

También se debe llevar un control muy sencillo pero eficaz de la gestión de los almacenes, por ejemplo, un control de stock del pienso, lo que hay, lo que hay que pedir, necesidades etc; control de redes; control del stock de peces, muestreos y estados del cultivo etc.

Todo este control de la instalación es necesario pero debe ser complementado por un correcto análisis de la información procedente de él, ya que de este análisis dependerá la eficiencia y el beneficio de la empresa. Si el flujo de información es bueno sabremos cual es el mejor momento para la siembra de peces, la mejor talla, el mejor pienso de arranque, de



engorde y de mantenimiento, el día que llegarán a talla comercial y el mejor momento para la pesca. Cada granja es distinta y se debe establecer un proceso de mejoramiento continuo para que los resultados obtenidos sean los óptimos.

4.7 Trabajos en inmersión

Como se ha explicado en los apartados anteriores una parte muy importante de trabajos tanto para el fondeo como el mantenimiento de la instalación debe ser realizado por buzos, motivo por el que se cree conveniente incluir una serie de pautas e indicaciones acerca de cómo realizar estos trabajos.

Se entiende por trabajo en inmersión todo aquel realizado en medio hiperbárico. Los trabajos de buceo se realizarán siempre en grupos de 2 personas, con el correspondiente buceador de socorro en superficie, el patrón de la embarcación y el jefe de equipo. Los buzos deberán ser buzos acreditados e irán adecuadamente ataviados con traje de buceo para evitar la hipotermia, chaleco inflable, pesos, gafas, aletas y todo lo necesario para poder realizar un buen buceo. Los buceadores no deben entrar en descompresión en ningún caso, la profundidad máxima alcanzada será cercana a los 30m en aquellos momentos en que se precise realizar revisiones de los elementos de anclaje y entorno a los 10 – 15m en las labores más cotidianas, en cualquier caso todas las inmersiones deberán ser programadas con anterioridad especialmente en los caso en que el buceo sea más profundo. La pareja de buceadores no deberá separarse en exceso y siempre deberán mantener contacto visual con el compañero, además serán controlados desde superficie por la embarcación con objeto de facilitarles los materiales necesarios y darles asistencia y socorro.

5 Especificaciones técnicas de los equipos

En este apartado se incluyen las especificaciones técnicas facilitadas por los fabricantes de los diferentes equipos que son necesarios para llevar a cabo todas las operaciones descritas en los apartados anteriores.

5.1 Bomba de trasvase de peces

La bomba de trasvase de peces es un equipo fundamental para la instalación ya que es necesaria para poder llevar a cabo las operaciones de desdoble y los despesques. Esta bomba debe ser especialmente diseñada para usar con animales vivos y que el perjuicio que tenga sobre ellos sea mínimo. Por este motivo se ha optado por acudir a empresas especializadas en acuicultura y escoger modelos comerciales que están actualmente en mercado. Para poder cumplir con el plan de producción se hace necesario una bomba capaz de trasvasar peces de hasta 2kg, que será el peso máximo de despesque. Debido al elevado peso de peces que se debe bombear se escogerá la bomba de vacío Milanese de la empresa “Acuitec”.

A continuación se incluye una fotografía y las principales características técnicas de esta máquina. De los modelos disponibles deberá escogerse el válido para peces de hasta 3kg.



Figura 6.28: Bomba de vacío Milanese de la empresa “Acuitec”.

- ✓ Construida en acero galvanizado, con soporte ajustable y ruedas.
- ✓ Dotada de dos tanques galvanizados, con una capacidad de 200 litros cada uno. Carga y descarga alternativa.
- ✓ Bomba de vacío con doble refrigeración del aire.
- ✓ Compresor de aire a 1CV.
- ✓ Motor trifásico eléctrico 5,5CV 22/380V a 50 Hz.



- ✓ Separador de agua.
- ✓ Tubo de aspiración flexible de 150mm de diámetro con opción de aumentarlo hasta 200mm.
- ✓ Válvula de descarga de 200mm de diámetro.
- ✓ Capacidad de 15.000kg/h.
- ✓ Altura máxima de elevación 5m.
- ✓ Dimensiones: 235x120x270cm y 685kg.
- ✓ Apta para su utilización en agua salada.

5.2 Clasificadora

El siguiente equipo necesario es la clasificadora de peces. La finalidad principal de este equipo es poder realizar la clasificación en el momento del desdoble, es decir, dividirnos los peces según pesos en tres grupos: cabezas que serán aquellos de un peso de 200g, cuerpos con un peso de 175g y colas los cuales pesarán 150g. Además se escogerá un modelo capaz de clasificar peces mayores, hasta los dos kilos para poder realizar una clasificación previa al momento de venta. Al igual que antes se escogerá un modelo comercial de la empresa "Acuitec", en este caso será la seleccionadora Helios 50 Faivre.



Figura 6.29: Seleccionadora Helios 50 Faivre de la empresa "Acuitec".

El mayor de la gama este seleccionador está previsto para truchas hasta 2kg. Está adaptado también a la selección de róbalo, besugos y tilapia y se adapta así mismo a la selección de nuevas especies como la corvina. Una máquina muy resistente prevista para la selección de peces grandes.



Sus principales características son:

- ✓ 3 canales de selección con capacidad de 5 t/h
- ✓ 3 velocidades de selección
- ✓ 3 tamaños con salida a cada lado de la máquina (6x 250mm de diámetro)
- ✓ Gatos de elevación
- ✓ Construido en aluminio y acero inoxidable AISI 304.

5.2 Alimentador para acuicultura semiautomático.

Como se ha explicado en apartados anteriores se optará por la utilización de un sistema semiautomático de alimentación. Para escoger el modelo se consultaron los catálogos de empresas especializadas en acuicultura y finalmente se optó por el modelo A3-P3-GX390 de la empresa “Enviomar”. Las principales características de este equipo son las siguientes:

- ✓ Modelo: A3-P3-GX390
- ✓ Equipo motriz: Honda GX 390-13HP
- ✓ Tolva: 500kg.
- ✓ Diámetro salida: 4’’
- ✓ Rendimiento: 80 kg/min.
- ✓ Peso: 215kg.
- ✓ Estructura chasis de cañería de hierro galvanizado en caliente.
- ✓ Turbina del ventilador muy liviana, con balanceo estático y dinámico.
- ✓ Salida del alimento con manguera flexible de alta duración.
- ✓ Ruedas de 10’’ de diámetro.
- ✓ Gran caudal y velocidad del aire, permitiendo una buena distancia y rendimiento en la alimentación.
- ✓ Todas las piezas cuentan con respaldo de repuestos.
- ✓ Rango de calibres aproximados 1-11mm
- ✓ Puede ser utilizada en pasillos o embarcaciones.
- ✓ Sistema dosificador del alimento graduable en volumen y distancia de lanzamiento.



Figura 6.29: Alimentadora semiautomática de la empresa “Enviromar”.

5.3 Lavadora de redes.

La lavadora de redes es un equipo necesario para asegurar el buen estado de las redes. Una vez sacamos una red del agua, normalmente por motivos asociados al plan de producción, es necesario lavarla, secarla y almacenarla adecuadamente para asegurarnos que su vida útil será lo más larga posible y su estado el óptimo.

Para elegir un modelo se acudió a empresas proveedoras de equipos para acuicultura y finalmente se optó por el modelo comercial CLEANET 7 de la empresa “Badinotti” con una capacidad de 6.500 litros aproximadamente. Este lava redes está formado por un tambor rotativo de forma octogonal y fabricado en acero inoxidable AISI 304. La lavadora CLEANET tiene carga lateral de ciclo de lavado abierto, un robusto sistema de bisagras, un sistema de bloqueo mecánico de seguridad anti rotativo controlado eléctricamente por un sensor, además dispone de un dispositivo eléctrico de parada de emergencia. El sistema proporciona ciclos de lavado automático de una duración aproximada de unos 20 minutos cada uno. El ciclo de lavado es ajustable, pero los cambios deben ser realizados únicamente por personal especializado. Este modelo puede ser transportado y puede ser colocado, gracias a sus dimensiones, dentro de un camión o un contenedor.



Figura 6.30: Lava redes *CLEANET 7* de la empresa “Badinotti”.



Bibliografía

www.enviromar.com

www.oban.cl

www.aister.es

www.acuiculturaenmarabierto.com

www.badinotti.com

[www. aguamarket.com](http://www.aguamarket.com)

<http://www.plastigama.com.ec>

- Luis Cabello, exposición sobre acuicultura marina, Laredo, julio 2011.

Cuaderno 7: Presupuesto

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 7: Presupuesto



Índice

1.	Introducción	Página 2
2.	Hipótesis de partida	Página 4
3.	Inversión inicial	Página 6
	3.1 Presupuesto para materiales	Página 6
	3.2 Presupuesto para maquinaria auxiliar	Página 11
	3.3 Presupuesto para la instalación en tierra	Página 12
	3.4 Presupuesto para el montaje y puesta en funcionamiento	Página 14
	3.5 Trabajo de ingeniería	Página 16
	3.6 Coste total de la inversión inicial	Página 17
4.	Plan de explotación	Página 18
	4.1 Análisis año 1	Página 18
	4.2 Análisis año 2	Página 23
	4.3 Análisis año 3	Página 25
	4.4 Análisis año 4	Página 26
	4.5 Análisis año 5	Página 28
	4.6 Relación beneficios – costos	Página 29
5.	Estudio de la financiación	Página 30
	5.1 Plan de amortización constante	Página 31
	5.2 Resumen de beneficios	Página 32
6.	Cuentas de explotación y tesorería	Página 34
	6.1 Cuentas previsionales de explotación	Página 34
	6.2 Plan de tesorería	Página 36



Cuaderno 7: Presupuesto

1. Introducción

Todo proyecto que se desee realizar, sea de la índole que sea, debe de cumplir unos requisitos financieros, de manera que se obtengan beneficios económicos durante la explotación del mismo, ya que sino se convierte en un sistema insostenible y por lo tanto abocado al fracaso de manera irremediable.

Para este fin se ha de tener en cuenta gran número de factores, del que dependerá el futuro éxito o fracaso del proyecto. Dentro de estos factores cabe mencionar en primer lugar el presupuesto de inversión dado que si no se dispone del mismo, será imposible el montaje de la instalación y en este caso el abastecimiento de alevines, alimentos maquinarias etc.

En la práctica, este presupuesto de inversión viene en parte aportado por los socios de la empresa en cuestión a partir de sus propios capitales, pero esto generalmente representa tan solo un importante porcentaje de lo necesario para el comienzo de la actividad, por lo que resulta necesario la financiación por medio de préstamos bancarios o aportes de otras empresas relacionadas, así como subvenciones estatales o privadas. Lo cual todo junto formara el capital inicial con el que se podrá enfrentar al reto de construcción y puesta en marcha de la instalación.

Atendiendo a lo anteriormente dicho, habrá que tener especial cuidado con todo lo relacionado al tipo de préstamo concedido, los intereses del mismo, el periodo de amortización, las garantías y en definitiva todo lo acordado para la concesión del mismo.

Una vez conocido el coste de inversión habrá que tener en cuenta los costes de funcionamiento de la planta, donde se pueden agrupar los costes de sueldos de los trabajadores, los costes de alimento para los alevines, y los costes de reparación en caso de producirse un fallo en el sistema obligando a su reparación. Por este motivo cobra gran importancia el profundo conocimiento del proceso para con ello tener una idea lo más exacta de los gastos en los que se incurrirán durante el funcionamiento de la instalación.

No se debe olvidar que como cualquier empresa el proyecto ha de presentar una viabilidad económica, y con esto nos referimos a que debe de producir beneficios, ya que en último lugar este será su principal cometido.

Para esto es necesario un correcto estudio de mercado, en el que quede determinado la aceptación del producto, se valor de venta, el abastecimiento necesario y el publico al que ira



destinado. No obstante deberá tenerse siempre en cuenta la existencia de productos similares que en un momento determinado podrían sustituir el consumo del nuestro.

Una vez dicho esto, se pueden clasificar los costes en los que se incurrirá de la siguiente manera:

- Costes de estudios previos necesarios para la instalación
- Costes asociados a los permisos, de obra, explotación etc
- Costes constructivos y de instalación propiamente dichos.
- Costes de instalación.
- Costes de fondeo.
- Costes necesarios para su puesta en funcionamiento.
- Costes de funcionamiento.

A continuación se tratara con más detalles cada uno de los gastos anteriormente nombrados.



2. Hipótesis de partida

Resulta de vital importancia conocer la rentabilidad de la instalación en la que estamos interesados para lo que será necesario conocer todos los gastos en los que se incurrirá (costes de inversión, costes de explotación, costes de mantenimiento...), así como los beneficios esperados de la venta de nuestro producto dentro del mercado al que va destinado. Para ello se presenta a continuación una serie de hipótesis de las que se ha partido para el estudio de dicha rentabilidad.

- **Hipótesis básica sobre producción:** Hace referencia a la producción total en toneladas que se espera obtener para la instalación en estudio, de forma que esta sea la adecuada.
- **Hipótesis básica sobre precios:** Consistente en mediante la observación del precio de mercado del producto, en este caso la corvina, la estimación del precio al que será vendido el producto. Estos precios irán variando con el tiempo a causa de la evolución del propio mercado, pero resulta de vital importancia conocer un valor aproximado para el inicio de la actividad.
- **Hipótesis básica sobre costes:** Conviene dividir los costes en los siguientes grupos
 - **Costes de Capital:** Dentro de los cuales habrá que tener en cuenta la forma de amortización, tipo de financiación atendiendo a los intereses impuestos y las garantías exigidas para la concesión del préstamo.
 - **El resto de costes fijos:** Donde se agrupan los costes de personal trabajador en la empresa durante el proceso productivo así como los costes de mantenimiento y reparación en caso de esta ser necesaria. Estos costes podrán ir variando durante la vida del proyecto en función de las necesidades requeridas de cada etapa de producción.
 - **Los costes variables:** Aquí se encuentran todos los gastos que pueden variar durante la explotación, como es el consumo de combustible y energía, los alevines necesarios para la producción deseada, el alimento necesario en cada momento y que ira relacionado con el tonelaje respectivo etc
- **Costes de seguros y comisiones:** Ambos costes dependen directamente de la cantidad de biomasa producida y posteriormente vendida, por lo que será necesario un estudio no solo del rendimiento económico sino también del financiero para cada uno de los posibles escenarios en los que posterior mente se puede ver limitada la instalación a causa de problemas de tesorería.



Se deberá a su vez garantizar que se dispondrá de un *cash flow* suficiente para hacer frente a la devolución de los préstamos bancarios, dado que esto representara una importante garantía.



3. Inversión inicial

Para poder llevar a cabo la puesta en marcha de un proyecto de estas características es necesario realizar una fuerte inversión inicial. Esta inversión cubrirá aspectos como la adquisición de terrenos, costes constructivos de las instalaciones en tierra y mar, licencias y permisos, estudios de impacto ambiental etc

Se considerará la inversión inicial como un flujo negativo que aparece en el momento inicial. A continuación se detalla los componentes de dicha inversión inicial.

Para facilitar el estudio de la inversión inicial, esta se ha dividido en diferentes partes en función de las etapas y lugar que ocupan dentro del desarrollo del proyecto. A continuación se detalla cada uno de los apartados correspondientes a la inversión inicial.

3.1 Presupuesto para materiales:

✓ Red de confinamiento

La red de confinamiento es una malla sin nudos de poliéster color negro y con doble borde superior e inferior. Para estimar su coste se han pedido presupuestos a empresas del sector con sede en Manta, ya que es la ciudad más próxima al emplazamiento escogido.

Serán necesarios tres tamaños de malla:

- Red de siembra: Esta red se posee un tamaño de malla de (3/4) pulgadas y la empresa dispone de bultos de 183x1,9 m, por lo que serán necesarios 3 bultos para cubrir la superficie necesaria. El precio de cada bulto es de \$ 2.549,53, por lo que los tres bultos tendrán un coste de \$ 7.648,6
- Red intermedia: Esta red debe de tener un tamaño de red de malla de 1 pulgada, y la empresa lo distribuye en bultos de 183x19,5 m, con un precio de \$ 3.023,28 cada bulto. Y al igual que en el caso anterior serán necesarios 3 bultos, por lo que el precio final será de \$ 9.068,9
- Red final: En este caso el tamaño de malla será de 4 pulgadas, y la empresa dispone de bultos de 183x19,5 m por lo que solo será necesario un bulto para cubrir la superficie deseada, lo cual conllevará un gasto de \$ 2.963,14

✓ Red anti-pájaros

La red anti-pájaros, la cual tiene como función evitar la acción depredadora de las aves, ha sido solicitada a la misma empresa que las redes de confinamiento, a fin de obtener un posible descuento en su compra. La empresa dispone de bultos de 200,6x1,27 m con un coste de



\$1.118,72 cada bulto, y dado que son necesario 6 bultos para cubrir el total de las jaulas en funcionamiento, el presupuesto final asciende a \$ 6.712,5.

✓ **Flotadores**

Para los flotadores se ha empleado tuberías de HDPE de 250mm de diámetro, y se ha solicitado presupuesto a una empresa con sede en Guayaquil, donde se nos ha informado que la venta se realiza en tuberías de 11,8 m cada unidad y con un precio de \$ 564,61, por lo que dado que serán necesarios 62 tubos de estas características el precio total será de: \$ 35.006

✓ **Barandilla**

Los tubos de la barandilla se han solicitado a la misma empresa que los empleados para los flotadores, disponiendo de tubos de HDPE de 110mm de diámetro y con un metro de longitud cada uno y con un precio de \$ 9,26 cada unidad. Dado que es necesario cubrir una superficie de 360 metros, el precio final de este producto es de \$ 3.333.

✓ **Bracket**

En el caso de los bracket no se ha encontrado disponibilidad dentro del mercado ecuatoriano, por lo que se ha solicitado la cotización a una empresa española para 186 brackets del modelo "Rotogal BR-25", donde cada unidad tiene un precio de \$ 190,5, lo que hace que la suma final ascienda a \$ 35.433

✓ **Anti-fouling**

El anti-fouling empleado se encuentra dentro de los de base acuosa, y para conocer el precio de dicho producto se ha solicitado cotización a una empresa ecuatoriana, en concreto el precio de producto necesario para cubrir la superficie total de redes, es decir 4125 m². El coste final asciende a \$ 1.968.

✓ **Cabos verticales**

Se ha empleado un total de 1.680 m de cabos de poliéster de 12 mm de diámetro, para la cual se ha pedido presupuesto a una empresa especializada de ciudad de Manta, donde se nos



ha remitido el precio por metro de dicho material: \$ 3,04, lo que multiplicado por los metros necesarios da un total de \$ 5.120,64.

✓ **Anillos horizontales**

Al igual que para los cabos verticales, se ha empleado cabos de poliéster de 12 mm, por lo que la cotización corresponde a la misma empresa. En este caso serán necesarios 1.500 m de material lo que asciende a una suma de \$ 4.572.

✓ **Tubo anti-corriente**

Este tubo consistirá en tuberías de HDPE de 160 mm de diámetro, por lo que se ha pedido la cotización a la misma empresa que los tubos de flotación, donde se distribuyen para estas características en tubos de 6 metros de longitud a \$ 17,90 cada unidad, por lo que serán necesarias 50 unidades lo que asciende a \$ 895.

✓ **Cadena anti-corriente**

A fin de aportar peso a la red de manera que se eviten las deformaciones de la misma se ha introducido dentro del tubo anti-corriente una cadena sin contrate de 32 mm, la cual se ha presupuestado en una empresa ecuatoriana especializada en todo tipo de cadenas, la cual ha facilitado una cotización para los 300 m necesarios de \$ 1.029

✓ **Estacha para l fondeo**

Para el fondeo y como se ha explicado en cuadernos anteriores se empleará estacha de nylon de 36 mm la cual se adquirirá en empresas ecuatorianas, dado que hay varias que trabajan con este tipo de material. El presupuesto para este material asciende a \$ 4.760, con lo que se cubrirá todas las necesidades para los 14 anclajes.

✓ **Cadena para el fondeo**

Será necesario un total de 280 m de cadena de acero de 40 mm y sin contrate, la cual se adquirirá de la misma empresa que la cadena del tubo anti-corriente y la cual ha presentado un presupuesto de \$ 10.920 para el total de la cadena.



✓ **Anclas**

Las anclas de tipo Stringay y de 100 kg de peso se han solicitado a una empresa Chilena, dado que no se obtuvo respuesta por parte de ninguna empresa ecuatoriana. La cotización

correspondiente por cada ancla es de \$ 2000, por lo que las 14 necesarias para el fondeo ascenderán a un total de \$ 28.000.

✓ **Entramado interior**

Como se ha citado con anterioridad, el entramado interior estará constituido por cabos de nylon de 36 mm, para lo cual se ha consultado a la misma empresa que para las estachas de fondeo, obteniendo un presupuesto total de \$ 3.601,1 para el total del entramado.

✓ **Entramado Exterior**

Para el entramado exterior y con la intención de disminuir las deformaciones se empleará cuerda de polysteel de 36 mm la cual se ha presupuestado en una empresa ecuatoriana cuya distribución se realiza en rollos de 220 m con un precio de \$ 1.250 cada rollo por lo que para cubrir el total del entramado serán necesarios 3 rollos lo que asciende a un total de \$ 3.750.

✓ **Grillete y anilla**

Ambos productos se han solicitado a una empresa chilena ascendiendo el precio por unidad a \$ 12,92 y \$ 75 respectivamente. Teniendo en cuenta que serán necesarios 14 unidades de cada uno de los elementos, la suma final será \$ 1.230,88.

✓ **Campana de distribución**

Al igual que los productos anteriores, la campana de distribución se adquirirá en el mercado Chileno, por presentar un mayor desarrollo en el campo de la acuicultura, el presupuesto obtenido corresponde a \$ 650 por cada una de las campanas, por lo que dado que serán necesarias 14 unidades el precio final será de \$ 9.100.



✓ **Boyas de profundidad y boyas de fondeo**

Tanto las boyas de profundidad como las de fondeo, serán adquiridas en el mercado ecuatoriano con un precio de \$ 125 y \$ 416 cada una respectivamente, por lo que las 14 boyas de profundidad necesarias ascenderán a \$ 1.750 y las 12 boyas de fondeo a un total de \$ 4.992.

✓ **Boyas de balizamiento**

Serán necesarias 4 boyas de balizamiento con las características presentadas en cuadernos anteriores, para lo cual se ha solicitado una cotización a una empresa ecuatoriana dedicada a este tipo de productos. Cada una de las boyas de balizamiento posee un precio en mercado de \$ 1.143, por lo que el total de las 4 ascenderá a \$ 45.692.

A continuación se presenta un cuadro resumen de todos los valores citados anteriormente:

<i>Elemento</i>	<i>Nº Unidades</i>	<i>Precio unidad (\$)</i>	<i>Precio Total</i>
Red de siembra	3	2.549,53	7.648,59
Red intermedia	3	3.023,28	9.069,84
Red final	1	2.963,14	2.963,14
Red anti-pájaros	6	1.118,72	6.712,32
Tubería HDPE 250mm	62	564,61	35.005,82
Tubería HDPE 110mm	360	9,26	3.333,60
Bracket	186	190,50	35.433,00
Cabos verticales	1.680	3,05	5.120,64
Anillos transversales	1.500	3,05	4.572,00
Tubería anti-corriente	50	17,90	895,00
Cadena anti-corriente	300	3,43	1.029,00
Estacha de fondeo	1.120	4,25	4.760,00
Cadena de fondeo	280	39,00	10.920,00
Entramado interior	847,296	4,25	3.601,01
Entramado Exterior	3	1.250,00	3.750,00
Grilletes	14	12,92	180,88
Anillas	14	75,00	1.050,00
Campanas de distribución	14	650,00	9.100,00
Boyas de profundidad	14	125,00	1.750,00
Boyas de fondeo	12	416,00	4.992,00
Boyas de balizamiento	4	11.423,00	45.692,00
Anclas	14	2.000,00	28.000,00
Anti-fouling	4.120	0,48	1.965,24
Total			227.544,08



3.2 Presupuesto para maquinaria auxiliar:

En este apartado se detalla la maquinaria auxiliar que será necesaria adquirir para poder poner en funcionamiento las jaulas de engorde, se ha agrupado, tanto el material necesario para su construcción como la maquinaria auxiliar para su posterior explotación. En este apartado no se nombran de nuevo las características específicas de cada una de las maquinarias, dado que esto se ha llevado a cabo en cuadernos anteriores.

✓ Equipo de soldadura

Todo el equipo de soldadura por termo fusión, necesario para el montaje de los tubos de flotación, las barandillas y el tubo anti-corriente, incluida la capacitación oficial para los trabajadores se adquirirá dentro del mercado ecuatoriano con un coste total de \$ 10.760.

✓ Alimentadora semi-automática

En este caso se ha recurrido a una empresa española dado que por el momento no existe mercado nacional especializado. El precio de la alimentadora asciende a \$ 6.968,5

✓ Clasificadora de peces

Para la clasificadora de peces se ha recurrido al mercado chileno, que disponen de los modelos necesarios para la instalación y que pertenece al mercado sud-americano en el que se pretende trabajan en la mayor medida posible. La cotización solicitada asciende a: \$ 17.325.

✓ Bomba de trasvase de peces

Al igual que la clasificadora se adquirirá en una empresa dentro del mercado chileno con un coste final de \$ 30.172,5.

✓ Lavadoras de redes

Para este producto se ha recurrido a una empresa Italiana con sede en Perú, por lo que se ha tomado el presupuesto facilitado por esta empresa, el cual asciende a un total de \$ 35.347,5



A continuación se presenta un cuadro resumen del presupuesto para maquinaria:

<i>Elemento</i>	<i>Precio (\$)</i>
Equipo de soldadura	10.760
Alimentadora semi-automática	6.968,5
Clasificadora	17.325
Bomba de trasvase de peces	30.172,5
Lavadora de redes	35.347,5
Total	100.573,5

3.3 Presupuesto para la instalación en tierra:

✓ Adquisición del terreno

Es necesario adquirir un terreno en el cual disponer de las distintas instalaciones en tierra necesarias para apoyar y complementar las instalaciones en mar. Estas instalaciones estarán formadas por almacenes, oficinas técnicas y laboratorios.

Para poder presupuestar este costo nos basaremos en el precio del metro cuadrado actual en el pueblo de San Mateo, lugar donde se tiene previsto ubicar la piscifactoría.

El terreno que se estima necesario es de 1.000 m², con un coste aproximado de 23 \$ el metro cuadrado, por lo que el coste total del terreno sería de 23.000 \$.

✓ Construcción de oficinas y almacén

El terreno adquirido se dividirá en tres partes que serán las siguientes: sector de oficinas (100m²), sector de almacén (400m²) y sector de trabajo (600m²). Se ha solicitado presupuesto en una constructora ecuatoriana para la preparación del terreno de trabajo y la construcción de tanto de las oficinas como del almacén, llegando a una cotización por todo el trabajo de \$ 70.000.



✓ **Estudio de impacto ambiental**

Se llama evaluación de impacto ambiental o estudio de impacto ambiental (EIA) al análisis, previo a su ejecución, de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales que estos están en condiciones de proporcionar.

El estudio de impacto ambiental es un requisito obligatorio impuesto por la administración para poder llevar a cabo el proyecto. Este estudio será realizado por una empresa especializada familiarizada con los requisitos y obligaciones impuestos por la legislación ecuatoriana.

El coste aproximado de una evaluación de impacto ambiental en Ecuador es de \$ 1800.

✓ **Mobiliario y equipos informáticos.**

Tras consultar los precios de diferentes tiendas de la zona de mobiliario para oficina, así como de tiendas especializadas en informática, se ha estimado un presupuesto aproximado para este fin de \$ 6.000.

✓ **Adquisición de equipos de buceo**

La empresa se hará cargo de la compra de los equipos de buceo, para la cual se han presupuestado 3 equipos completos con doble botella cada uno. Solo será necesaria la compra de 3 ya que las inmersiones serán realizadas por 2 buzos cada día, por lo que aún quedaría 7 un equipo en caso de que fuera necesaria la intervención de un tercero. Cada equipo ha sido presupuestado en \$ 1.000 lo que hace un total de \$ 3.000.

✓ **Material de montaje.**

Para el montaje de la jaula se necesitará cierto material como son tijeras, carretillas e instrumentos para la unión de redes, etc, todo esto se ha presupuestado en un total de \$ 3.000.

✓ **Piscinas para alevines.**

Será necesaria la adquisición de recipientes para el transporte de los alevines a la instalación para cada una de las siembras, para este fin se han adquirido piscinas plásticas que



se colocarán en la cubierta en cada una de las siembras. Consisten en 4 piscinas de \$ 50 cada una de ellas, lo que hace un total de \$ 200.

A continuación se adjunta una tabla de los gastos mencionados:

<i>Elemento</i>	<i>Nº Unidades</i>	<i>Precio Unidad (\$)</i>	<i>P Total (\$)</i>
Terreno	1.000	23	23.000
C. Oficinas y almacén	500	140	70.000
Mobiliario y eq informático	1	6.000	6.000
Equipo de buceo	3	1.000	3.000
Material de montaje	1	3.000	3.000
Estudio Impacto Ambiental	1	1.800	1.800
Licencias	1	5.000	5.000
Piscinas alevines	4	50	200
Total			112.000

3.4 Presupuesto para montaje y puesta en funcionamiento:

✓ Montaje de las jaulas en tierra.

Se ha estimado que será necesario el trabajo de 10 personas, entre obreros y soldadores capacitados por la empresa durante diez días de trabajo para el montaje de la estructura en tierra. Para ello se ha designado un salario de \$ 24 por día de trabajo, lo que asciende a un gasto de \$ 2.400 en salarios.

✓ Trabajo de buzos.

Para el montaje de la jaula en mar se ha recurrido a la contratación de buzos de la federación ecuatoriana de buceo y especializados en este tipo de trabajo, por tratarse de un paso vital en el posterior funcionamiento correcto de la instalación. El sueldo indicado por esta entidad para este tipo de trabajos es de \$ 200 diarios. Dado que se ha considerado que será necesario el trabajo de 3 buzos durante 5 días de trabajo el gasto de montaje en mar dedicado al salario de los buzos asciende a \$ 3.334,5



✓ **Tripulación**

El montaje total de las jaulas en mar se realizara en 7 días de trabajo, de los cuales 5 de ellos actuaran buzos además de la tripulación del buque. Para la tripulación se ha estimado un salario de \$ 24 por día de trabajo, y teniendo en cuenta de que la tripulación constará de 4 personas el total de gastos en tripulación se estimará en \$ 746,9.

✓ **Capitán.**

Durante los días de montaje en mar será necesaria la actuación de un capitán para el buque, se han consultado los salarios habituales y se ha estimado \$ 32,78 por día de trabajo, que por los 7 días que durará el montaje asciende a \$ 255,04

✓ **Combustible.**

Se ha estimado un gasto aproximado de 200 litros de combustible por día de trabajo en mar, y tras consultar los precios oficiales de combustible destinados a transporte marítimo (\$ 0,79 el litro), el gasto total en combustible será de \$ 1.106.

✓ **Agua potable y víveres**

Se dispondrá a bordo de agua potable y algo de comida por si fuera necesario para los trabajadores, para ello se ha reservado un presupuesto aproximado de \$ 350.

A continuación se presenta una tabla resumen con los gastos citados:

<i>Elemento</i>	<i>Nº Operarios</i>	<i>Sueldo día (\$)</i>	<i>Días trabajo</i>	<i>Precio total (\$)</i>
Montaje jaulas tierra	10	24	10	2.667,60
Trabajo buzos	3	200	5	3.334,50
Tripulación	4	24	7	746,93
Capitán	1	32,78	7	255,04
Combustible	200	0,79	7	1.106,00
Víveres	1	50	7	350,00
Total				8.460,07



3.5 Trabajo de ingeniería:

Dentro de la inversión inicial se ha considerado también el trabajo de ingeniería, y para el cálculo de los gastos incurridos en este sector se ha consultado los especificados por el Colegio de Ingenieros Navales Del Ecuador los cuales vienen indicados por el coste total de la instalación calculado en los apartados anteriores y que suma: \$ 449.675,03.

Para este punto se ha consultado los aranceles presentados por el Colegio de Ingenieros Navales del Ecuador, ya que a pesar de existir Ingenieros Acuícolas en este país, no se ha realizado hasta el momento ningún proyecto de estas características por lo que no queda claro a quién pertenece esta disciplina. Por este motivo y en función de las normativas españolas se ha decidido considerar los costes estipulados por el Colegio de Ingenieros Navales en lugar del Colegio de Ingenieros Acuícolas, los cuales se presentan a continuación:

- El diseño de una obra marítima: 1,5% del valor total de la obra.

Entendiéndose como diseño de una obra marítima todo tipo de trabajo relativo al campo de acción del Ingeniero tal como está definido en la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería y su Reglamento

- La elaboración de planos tendrá un costo de 200 dólares por lámina

Entendiéndose como elaboración de planos, es la acción por medio de la cual se representa gráfica y técnicamente toda obra marítima

- La elaboración de memoria técnica tendrá un costo de 300 dólares. No incluye inspección.

Entendiéndose como memoria técnica el documento que elabora el Ingeniero para el Contratante, en el que indica pormenorizadamente todo lo relativo a la obra marítima

- La Supervisión Técnica Marítima tendrá el costo equivalente al 5 % del monto total de la obra marítima pero en ningún caso inferior a \$ 250.

Entendiéndose por supervisión técnica la acción por la cual el ingeniero coordina la ejecución de la obra marítima de acuerdo al diseño.



- La fiscalización de toda obra marítima, incluido el reporte respectivo, será de 5% del monto total de la obra.

Entendiéndose por reporte técnico el documento que elabora el ingeniero para el contratante, en el que indica pormenorizadamente todo lo relativo a las inspecciones realizada.

Se adjunta una tabla con los valores obtenidos:

Trabajo	Porcentaje	Obra	P Total (\$)
Diseño obra marítima	1,5	448.577,65	6.728,66
Supervisión técnica	5	448.577,65	22.428,88
Fiscalización de la obra	5	448.577,65	22.428,88
Precio por lámina			
5 Planos	200		1000
Memoria técnica	300		300
Total			52.886,42

3.6 Coste total de la inversión inicial:

La inversión inicial estará constituida como la suma de todos los costes anteriormente mencionados, a los que habrá que incluir el coste de adquisición de catamarán que se empleara tanto para el montaje de la instalación como posteriormente la explotación de la misma y el cual se ha estimado en \$ 200.000.

Se adjunta una tabla resumen de todos los costes de inversión:

Elemento	Total (\$)
Materiales	227.544,07
Maquinaria	100.573,5
Instalación en tierra	112.000
Montaje	8.460,07
Ingeniería	52.886,42
Embarcación auxiliar	300.000
Total	801.464,08



4. Plan de explotación

En este apartado se realizará el estudio de costes y beneficios para los primeros 5 años de funcionamiento de la instalación.

4.1. Análisis del año 1

Como toda empresa, el mantenimiento y funcionamiento de la misma conlleva asociados una serie de gastos que habrá que tener en cuenta cada año, a continuación se presentan los gastos incurridos durante el primer año de funcionamiento:

✓ Sueldos de los trabajadores

En total la empresa va a disponer de 8 trabajadores fijos (excluyendo el momento de montaje), para poder llevar a cabo la función comerciales, que serán los siguientes,

- 1 Administrador, cuya función es asegurarse de que todo funciona correctamente así como las labores de la organización diaria del trabajo y la coordinación de turnos de los empleados. Será a su vez labor suya, los pagos de salarios y atención a los intereses comerciales del pescado tras su despesque.
- 2 Capitanes: Dado que se hace necesaria una revisión diaria del estado de las jaulas será necesaria la actuación de dos capitanes para cubrir los 7 días de la semana, siendo sus labores todas aquellas relacionadas con la buena conservación y manejo del buque. Para ello será necesario capitanes acreditados por el estado de Ecuador, para el desempeño de dichas funciones.
- 3 Tripulantes: Encargados del mantenimiento y limpieza del buque, así como de la alimentación diaria de los peces. Serán necesarias 3 personas para cubrir los 7 días de la semana en turnos de dos personas cada día.
- 4 Buzos: Se dotará de capacitación mediante titulaciones oficiales a 4 buzos que quedarán al servicio de la empresa y cuyo trabajo consistirá en la revisión diaria del estado de las redes así como el de los peces, avisando en caso necesario de una intervención bien sea veterinaria o para reparación de los elementos estructurales.

Para la remuneración de todos los empleados se ha tenido en cuenta el porcentaje que deberá pagar la empresa para fines sociales, que asciende a un 11,15% sobre el sueldo del empleado

Los gastos finales en salarios quedarán distribuidos de la siguiente manera:



<i>Profesional</i>	<i>S. Mensual (\$)</i>	<i>Nº de pagas</i>	<i>S. Anual (\$)</i>	<i>Aporte a la SS (\$)</i>	<i>Gasto por empleado (\$)</i>	<i>Nº de empleados</i>	<i>Gastos totales (\$)</i>
Admin.	1.200	14	16.800	1.873,2	18.673,2	1	18.673,2
Capitán	1.000	14	14.000	1.561	15.561	2	31.122
Tripulante	600	14	8.400	936,6	9.336,6	3	28.009,8
Buzos	600	14	8.400	936,6	9.336,6	4	37.346,4
Total							115.151

✓ **Compra de alevines**

Será necesaria una adquisición total de 547.512 alevines de corvina de 40 gramos cada individuo, realizando tres compra iguales a lo largo del año para las tres siembras correspondientes de 182.504 individuos en cada una de ellas. Para el cálculo del gasto correspondiente a dicha compra se ha consultado el mercado especializado donde cada individuo adquiere un precio de \$ 0,14, lo que al año supondría un gasto total de \$ 76.651,68.

✓ **Cajas para el transporte de pescado.**

Se han adquirido en el mercado cajas desechables de capacidad de 50 kg para el transporte del pescado de la jaula al mercado correspondiente. Teniendo en cuenta que se añadirá medio kilo de hielo por cada kilo de pescado serán necesarias 1.691 cajas, cada una de ellas con un precio de \$ 0,8, lo que da un total de \$ 1.352,8.

✓ **Gastos en teléfono.**

Se ha considerado un gasto aproximado de \$ 60 mensuales, lo que año asciende a \$ 720.

✓ **Combustible.**

Considerando un gasto promedio de 200 litros de combustible por día de trabajo y tomando los valores oficiales del coste de combustible naval del país (\$ 0,79 por litro), el gasto anual de combustible al año será de 7.300 litros es decir \$ 57.670.



✓ **Agua potable.**

Se ha tomado un gasto diario de 200 litros de agua dulce tanto para uso personal como limpieza y mantenimiento de equipos, lo que conlleva un gasto anual de \$ 36,5.

✓ **Pienso para el pescado:**

A la hora de la compra del pienso se ha optado por una dieta en dos fases,

- En la primera etapa se alimentará a los peces con un pienso de pre-engorde con un alto aporte proteico, el cual es distribuido en sacos de 25 kg con un precio de \$ 17,5 cada unidad. Este tipo de pienso se empleará hasta los 450 gramos. Por lo que el coste de este primer año ascenderá a **\$ 144.830.**
- En la segunda etapa que durará hasta que los peces alcancen un peso de 2 kg se les alimentará con pienso de engorde de menos aporte proteico que se distribuye en el mismo formato que el anterior pero con un precio por unidad de \$ 14,5 lo que supondrá un gasto de **\$ 21.286.**

✓ **Cualificación de los buzos:**

Para el mantenimiento de la instalación será necesario el trabajo diario de buzos para la inspección de las jaulas y la verificación del buen estado de los peces. Dado que será necesario un trabajo diario se ha optado por dotar mediante cursos oficiales a 4 personas, de manera que pasen a formar parte de la plantilla, con lo que no sería necesaria la contratación externa que conlleva gastos mayores, además con este proceder se dota a 4 personas de titulación oficial lo que respalda un proyecto de cooperación. Cada curso asciende a \$ 350, por lo que el total sería \$ 1.400.

✓ **Adquisición de indumentaria de trabajo**

Los trabajadores de tierra deberán ir uniformados con monos de trabajo adecuado, así como gorros de protección y guantes para evitar cortes. El coste de dicho equipo es de \$ 40 por trabajador, por lo que teniendo en cuenta que para el montaje en tierra se requerirá el trabajo de 10 obreros, el gasto en indumentaria asciende a \$ 400.



✓ **Compra de hielo**

Para el transporte de los peces será necesario el empleo de hielo, que se adquirirá directamente de una empresa de fabricación donde se ha presupuestado a \$ 0,2 cada kl de hielo, por lo que para el primer año será necesario un desembolso de \$ 5.637.

✓ **Cuenta de imprevistos.**

Se ha considerado necesaria una cuenta de imprevistos, dedicada a posibles reparaciones o pérdida de materiales de un valor de \$ 1.500 anuales.

A continuación se adjunta un cuadro resumen de todo lo citado anteriormente:

✓ **Gastos de mantenimiento.**

Para los gastos de mantenimiento se ha tomado un 2% del valor de la instalación en tierra, la instalación y en mar y el buque por que quedarían los siguientes valores:

Coste buque: \$ 300.000

Mantenimiento buque: \$ 6.000

Coste jaulas: \$ 336.577,6

Mantenimiento buque: \$ 6.731,5

Coste instalación en tierra: \$ 70.000

Mantenimiento buque: \$ 1.400

✓ **Contratación de seguros.**

Se estima que el valor del seguro de la producción corresponde a un 1,6% del valor de la biomasa total, por lo que el gasto en seguros ascenderá a \$ 901,92 durante el primer año

**Gastos Año 1**

<i>Elemento</i>	<i>Seg Social</i>	<i>Trabajadores</i>	<i>Sueldo (\$)</i>	<i>Total (\$)</i>
Ingeniero	0,1115	1	1.200,00	18.673,20
Capitán	0,1115	2	1.000,00	31.122,00
Tripulación	0,1115	3	600,00	28.009,80
Buzos	0,1115	4	600,00	37.346,40
Compra alevines		547.512	0,14	76.651,68
Cajas de pescado		1.691	0,80	1.352,80
Teléfono		12	60,00	720,00
Combustible		73.000	0,79	57.670,00
Agua potable		73.000	0,00	36,50
Pienso pre-engorde		8.276	17,50	144.830,00
Pienso engorde		1.468	14,50	21.286,00
Cualificación Buzos		4	350,00	1.400,00
Hielo		28.185	0,20	5.637,00
Indumentaria trabajadores		10	40,00	400,00
Cuenta Imprevistos				1.500,00
Mantenimiento Inst Tierra		0,02	70.000,00	1.400,00
Mantenimiento barco		0,02	300.000,00	6.000,00
Mantenimiento jaulas y maquinaria		0,02	336.577,65	6.731,55
Seguro construcción en tierra		0,016	70.000,00	1.120,00
Seguro instalación		0,016	227.544,08	3.640,71
Seguro peces		0,016	56.370	901,92
Total				446.429,56

Se ha estudiado la explotación durante los 5 primeros años, por lo que será necesario calcular los gastos y beneficios anuales durante este periodo. A continuación se presentan los beneficios obtenidos para el primer año:

Beneficios año 1

<i>Retirada</i>	<i>kg retirados</i>	<i>Precio kg (\$)</i>	<i>Total (\$)</i>
Septiembre	4.2470	6	254.820
Octubre	13.900	6	83.400
Total			338.220



A lo largo del primer año se realizarán 3 siembras de alevines, pero dado su ciclo de crecimiento durante este primer periodo solo se podrán realizar dos despesques de individuos de 450 g de peso, uno en septiembre y otro en el mes de octubre tal y como se explicaba en el plan de explotación. Tras realizar un estudio de mercado (Anexo I), se ha considerado que vender el pescado obtenido a \$ 6, es un precio adecuado para la finalidad del proyecto.

Como se puede observar en la tabla anterior las ganancias por la venta de pescado para el primer año serán de \$ 338220.

4.2. Análisis del año 2

Durante el segundo año se ha considerado un aumento de la inflación del 1% lo cual afectará tanto a las compras y pago de sueldos que realiza la empresa como a la posterior venta del producto, que verá también incrementado su precio en la misma medida. Los gastos en los que se incurre durante el segundo año serán los siguientes:

Gastos año 2

<i>Elemento</i>	<i>Subida</i>	<i>Total (\$)</i>	<i>Total (\$) *</i>
Ingeniero	0,01	18859,93	20.962,81
Capitán	0,01	31.433,22	34.938,02
Tripulación	0,01	28.289,90	31.444,22
Buzos	0,01	37.719,86	41.925,63
Compra alevines	0,01		77.418,20
Cajas de pescado	0,01		7.480,71
Teléfono	0,01		727,20
Combustible	0,01		58.246,70
Agua potable	0,01		36,87
Pienso pre-engorde	0,01		146.278,30
Pienso engorde	0,01		21.498,86
Cualificación Buzos	0,01		1.414,00
Hielo	0,01		30.300,00
Cuenta Imprevistos	0,01		1.500,00
Mantenimiento Inst Tierra	0,01		6.798,87
Mantenimiento barco	0,01		1.414,00
Mantenimiento jaulas y maquinaria	0,01		6.060,00
Seguros	0,01		33.278,93
Seguro construcción en tierra	0,01		1.131,20
seguro instalación	0,01		3.677,11
Total			526.531,62



Como se puede observar en la tabla anterior, los cambios respecto al primer años son principalmente que al tener más despesques será necesario compras más cajas y más hielo para el transporte del pescado, así como se elimina la compra de indumentaria dado que ya no resulta necesaria. En todos los valores se ha considerado el efecto de la inflación.

A continuación se calculan los beneficios obtenidos por la venta de pescado, teniendo en cuenta que durante este periodo si se procederá a la venta de individuos de 2 kg de peso, lo cual supone un aumento en su valor en mercado alcanzando un precio de \$ 7,5 por kg de pescado.

Beneficios año 2

<i>Retirada</i>	<i>Subida</i>	<i>kg retirado</i>	<i>Precio kg</i>	<i>Total (\$)</i>
Enero	0,01	57.110	6	346.086,6
Febrero	0,01	13.900	6	84.234
Marzo	0,01	62.630	7,5	474.422,25
Mayo	0,01	42.470	6	257.368,2
Junio	0,01	13.900	6	84.234
Septiembre	0,01	42.470	6	257.368,2
Octubre	0,01	13.900	6	84.234
Noviembre	0,01	62.230	7,5	471.392,25
Total				2.059.339,5

Como se puede observar a partir del año dos el numero de despesques aumenta a 8 lo que conlleva un crecimiento notable en los beneficios por venta de pescado. A partir de este año el ciclo ya queda estable con el mismo numero de toneladas despescadas anuales.



4.3. Análisis del año 3

Durante el tercer año la empresa incurrirá en los mismos gastos que durante el segundo variando los valores únicamente por un nuevo aumento de la inflación de un 1% con respecto al año anterior:

Gastos año 3

<i>Elemento</i>	<i>Total</i>	<i>Total (\$)</i>
Ingeniero	21.172,44	23.533,17
Capitan	35.287,40	39.221,95
Tipulación	31.758,66	35.299,75
Buzos	42.344,89	47.066,34
Compra alevines		78.192,38
Cajas de pescado		7.555,51
Telefono		734,47
Combustible		58.829,17
Agua potable		37,23
Pienso pre-engorde		147.741,08
Pienso engorde		21.713,85
Cualificación Buzos		1.428,14
Hielo		30.603,00
Cuenta Imprevistos		1.500,00
Mantenimiento Inst Tierra		6.866,86
Mantenimiento barco		1.428,14
Mantenimiento jaulas y maquinaria		6.120,60
Seguros		33.611,72
Seguro construcción en tierra		1.142,51
seguro instalación		3.713,88
Total		546.339,76

Como se ha dicho en el apartado anterior el ciclo de despesque ya ha quedado cerrado, por lo que solo se verá influenciado por el aumento en la inflación:



Beneficios año 3

<i>Retirada</i>	<i>Total (\$)</i>
Enero	349.547,46
Febrero	85.076,34
Marzo	479.166,47
Mayo	259.941,88
Junio	85.076,34
Septiembre	259.941,88
Octubre	85.076,34
Noviembre	476.106,17
Total	2.079.932,89

4.4. Análisis del año 4

Durante el cuarto año no hay variación en los gastos ni en los beneficios, tan solo al igual que en el año anterior el aumento producido por la subida de un 1% en la inflación:



Gastos año 4

Elemento	Total	Total (\$)
Ingeniero	21.384,17	23.768,50
Capitan	35.640,28	39.614,17
Tipulación	32.076,25	35.652,75
Buzos	42.768,33	47.537,00
Compra alevines		78.974,30
Cajas de pescado		7.631,07
Telefono		741,82
Combustible		59.417,46
Agua potable		37,61
Pienso pre-engorde		149.218,49
Pienso engorde		21.930,99
Cualificación Buzos		1.442,42
Hielo		30.909,03
Cuenta Imprevistos		1.500,00
Mantenimiento Inst Tierra		6.935,53
Mantenimiento barco		1.442,42
Mantenimiento jaulas y maquinaria		6.181,81
Seguros		33.947,83
Seguro construcción en tierra		1.153,94
seguro instalación		3.751,02
Total		551.788,16

Beneficios año 4

Retirada	Total (\$)
Enero	353.042,94
Febrero	85.927,10
Marzo	483958,13
Mayo	262.541,30
Junio	85.927,10
Septiembre	262.541,30
Octubre	85.927,10
Noviembre	480.867,23
Total	2.100.732,22

**4.5. Análisis del año 5**

Durante el quinto año se producen un aumento en los gastos debidos a la necesidad de comprar nuevas redes y cabos, que se los supone ya deteriorados a causa de su uso:

Gastos año 5

<i>Elemento</i>	<i>Total (S)</i>	<i>Total (S)</i>
Ingeniero	21.598,01	24.006,19
Capitan	35.996,68	40.010,31
Tipulación	32.397,01	36.009,28
Buzos	43.196,02	48.012,37
Compra alevines		79.764,05
Cajas de pescado		7.707,38
Telefono		749,23
Combustible		60.011,63
Agua potable		37,98
Pienso pre-engorde		150.710,68
Pienso engorde		22.150,30
Cualificación Buzos		1.456,85
Hielo		31.218,12
Cuenta Imprevistos		1.515,00
Compras		48.748,69
Mantenimiento Inst Tierra		7.004,88
Mantenimiento barco		1.456,85
Mantenimiento jaulas y maquinaria		6.243,62
Seguro construcción en tierra		1.165,48
seguro instalación		3.788,53
Seguros		34.287,31
Total		606.054,73

Los beneficios por ventas siguen la dinámica de los años anteriores:



Beneficios año 5

<i>Retirada</i>	<i>Total (\$)</i>
Enero	356.573,37
Febrero	86.786,37
Marzo	488.797,71
Mayo	265.166,71
Junio	86.786,37
Septiembre	265.166,71
Octubre	86.786,37
Noviembre	485.675,90
Total	2.121.739,55

4.6. Relación Beneficios- Costes

A continuación se presenta una tabla resumen de los gastos anuales con respecto a las ganancias producidas por la posterior venta de pescado:

Beneficios - Costes

<i>Años</i>	<i>Costes (\$)</i>	<i>Beneficios (\$)</i>	<i>Beneficios-Costes (\$)</i>
Año 1	446.429,56	338.220	-108.209,56
Año 2	526.531,62	2059.339,5	1532.807,88
Año 3	546.339,76	2079.932,90	1533.593,14
Año 4	551.788,16	2100.732,22	1548.944,07



5. Estudio de la financiación

Una vez calculada la inversión inicial, así como, los gastos de explotación anuales y los beneficios obtenidos, se debe centrar toda la atención en la forma de financiación del proyecto, ya que tendrá una gran influencia en lo que finalmente serán los beneficios netos del ejercicio.

Dado que se trata de un proyecto de cooperación al desarrollo se ha considerado adecuada una financiación del 20% por parte de la Comunidad Europea mediante los presupuestos reservados a dicho fin.

El otro 80% se adquirirá mediante crédito bancario, para lo cual se ha solicitado los diferentes planes de financiación promovidos por el Banco Central Ecuatorianos, aplicando la normativa existente para PYMES, dado que se pretende que el proyecto sea explotado por una cooperativa de la zona.



La cantidad necesaria para el montaje y puesta en funcionamiento del proyecto corresponderá a la suma de la inversión inicial y los gastos del primer año, ya que al tratarse de un ciclo de crecimiento superior a un año y al realizar las siembra en tres meses diferentes a lo largo del año, no se obtendrían beneficios producidos por la explotación hasta el mes de septiembre, por lo que no se dispondría de efectivo para el pago de material y contratación de los empleados. Por este motivo se ha optado por financiar, además de la inversión inicial, los gastos incurridos durante el primer año de actividad.

El periodo de devolución del préstamo considerado será de 5 años. Esta decisión queda respaldada por el estudio financiero, dado que este periodo sería suficiente para la devolución completa del préstamo incurriendo en los menores gastos posibles a causa de los intereses.

Así mismo, se ha optado por una forma de devolución anual en lugar de mensual o semestral por la no uniformidad de el flujo de dinero entrante, ya que si se realizara de forma semestral, y dado que no se obtiene ningún beneficio hasta septiembre, se debería de optar por tomar el primer semestre de carencia, con lo cual se encarecería el coste financiero por el aumento de desembolso en intereses de este primer semestre.

En conclusión, la financiación se hará por medio del Banco Central Ecuatoriano, mediante un préstamo a del 80% de la inversión inicial más los gastos de explotación del primer año con un periodo de devolución de cinco años y en régimen de amortización constante.



 <div>BANCO CENTRAL DEL ECUADOR</div> 				Junio 15 de 2012		
				<input type="text" value="Google™ Custom Search"/>		<input type="button" value="Buscar"/>
				<input type="button" value="Ayudas"/>	<input type="button" value="Acceso Directo"/>	<input type="button" value="Contáctenos"/>
El Banco Central	Estadística	Mercados Financieros	Servicios Bancarios	Publicaciones de Banca Central		
Numismática	Bibliotecas	Comunicación y Medios	Certificación Electrónica	Comercio Exterior		

Tasas de Interés			
JUNIO 2012 (*)			
1. TASAS DE INTERÉS ACTIVAS EFECTIVAS VIGENTES			
Tasas Referenciales		Tasas Máximas	
Tasa Activa Efectiva Referencial para el segmento:	% anual	Tasa Activa Efectiva Máxima para el segmento:	% anual
Productivo Corporativo	8.17	Productivo Corporativo	9.33
Productivo Empresarial	9.53	Productivo Empresarial	10.21
Productivo PYMES	11.20	Productivo PYMES	11.83
Consumo	15.91	Consumo	16.30
Vivienda	10.64	Vivienda	11.33
Microcrédito Acumulación Ampliada	22.44	Microcrédito Acumulación Ampliada	25.50
Microcrédito Acumulación Simple	25.20	Microcrédito Acumulación Simple	27.50
Microcrédito Minorista	28.82	Microcrédito Minorista	30.50

Tabla 7.1: Tasas de interés del banco nacional ecuatoriano

5.1. Plan de amortización constante

Dado que se ha calculado una inversión inicial de \$ 801.464,08 y unos gastos durante el primer año de \$ 446.429,55 el reparto de financiación quedará distribuido de la siguiente manera:

Inversión Inicial (\$)	801.464,08
Gatos Año 1 (\$)	446.429,55
Total (\$)	1.247.893,64
Fondos Europeos para la ayuda a la cooperación (\$)	249.578,728
Banco (\$)	998.314,911

A continuación se presenta una tabla mostrando las diferentes devoluciones anuales así como los pagos de intereses:

**AMORTIZACIONES CONSTANTES**

Préstamo (\$)	998.315				
INTERES (%)	11,2				
Plazo (años)	5				
Amort.anual					
	Capital pte. antes (\$)	Interés (\$)	Amortiz. Principal (\$)	Capital pte. Después (\$)	Devolución (\$)
Año 1	998.315	111.811,27	199.662,982	798.652	311.474,25
Año 2	798.652	89.449,016	199.662,982	598.989	289.111,99
Año 3	598.989	67.086,762	199.662,982	399.326	266.749,74
Año 4	399.326	44.724,508	199.662,982	199.663	244.387,49
Año 5	199.663	22.362,254	199.662,982	0	222.025,23

Como se puede observar y tras comprobar que disponemos de efectivo para el pago de la primera anualidad (dado que nuestros ingresos del primer año ascienden a \$ 338.220 y se ha de devolver al banco un total de \$ 311.474,25) se ha tomado la decisión correcta con respecto a la financiación, con la cual se obtendrán los mayores beneficios.

5.2. Resumen de beneficios

Se adjunta una tabla en la que quedan presentes las ganancias una vez llevada a cabo la devolución anual del préstamo:

Año	Benef (\$)	Dev Banco (\$)	Bf tras banco (\$)
Año 1	338.220	311.474,25	26.745,75
Año 2	1.532.808	289.112,00	1243.695,88
Año 3	1.533.593	266.749,74	1266.843,39
Año 4	1.548.944	244.387,49	1304.556,58
Año 5	1.515.685	222.025,24	1293.659,58



Una vez conocido el importe del anual que se deberá de pagar con motivo de la devolución del préstamo bancario, se deberá contabilizar los impuestos sobre beneficios, siendo estipulado este por el Gobierno Ecuatoriano en un 23% sobre los beneficios obtenido.

Aplicando este porcentaje obtenemos los siguientes valores:

Impuesto	Pago Imp (\$)	Bf tras Imp (\$)	Año
0,23	0,00	26.745,75	Año 1
0,23	271.464,31	972.231,56	Año 2
0,23	276.788,24	990.055,15	Año 3
0,23	285.462,27	1.019.094,30	Año 4
0,23	282.955,97	1.010.703,62	Año 5



6. Cuentas de explotación y tesorería.

6.1. Cuentas previsionales de explotación

A continuación se presenta en una tabla las cuentas previsionales de explotación:

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS	338.220,0 0	2.059.339 ,50	2.079.932 ,90	2.100.732 ,22	2.121.739 ,55
Aprovisionamientos	301.770,1 8	304.383,8 8	307.427,7 2	310.502,0 0	313.607,0 2
- Materias primas	242.767,6 8	245.195,3 6	247.647,3 1	250.123,7 8	252.625,0 2
* <i>Compra alevines</i>	76.651,68	77.418,20	78.192,38	78.974,30	79.764,05
* <i>Pienso pre-engorde</i>	144.830,0 0	146.278,3 0	147.741,0 8	149.218,4 9	150.710,6 8
* <i>Pienso engorde</i>	21.286,00	21.498,86	21.713,85	21.930,99	22.150,30
- Combustible	57.670,00	58.246,70	58.829,17	59.417,46	60.011,63
- Materiales diversos	436,50	36,87	37,23	37,61	37,98
* <i>Agua potable</i>	36,50	36,87	37,23	37,61	37,98
* <i>Indumentaria trabajadores</i>	400,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Embalajes	896,00	904,96	914,01	923,15	932,38
* <i>Cajas de pescado</i>	896,00	904,96	914,01	923,15	932,38
Gastos de Personal	115.151,4 0	129.270,6 9	145.121,2 1	146.572,4 3	148.038,1 5
* <i>Ingeniero</i>	18.673,20	20.962,81	23.533,17	23.768,50	24.006,19
* <i>Capitán</i>	31.122,00	34.938,02	39.221,95	39.614,17	40.010,31
* <i>Tripulación</i>	28.009,80	31.444,22	35.299,75	35.652,75	36.009,28
* <i>Buzos</i>	37.346,40	41.925,63	47.066,34	47.537,00	48.012,37
Dotación amortizaciones	63.416,26	63.416,26	63.416,26	63.416,26	51.704,62
Otros gastos de explotación	23.414,18	56.001,31	56.546,32	57.096,78	58.721,64
- Reparaciones y conservacion	14131,55 302	14272,86 855	14415,59 723	14559,75 32	14705,35 074
- Servicios profesionales independientes	1.400,00	1.414,00	1.428,14	1.442,42	1.456,85
* <i>Cualificación</i>	1.400,00	1.414,00	1.428,14	1.442,42	1.456,85
- Transportes					
- Primas de seguros	5662,63	38087,23	38468,11	38852,79	40295,21



		862	101	212	352
- Suministros (no almacenable)	720,00	727,20	734,47	741,82	749,23
* Teléfono	720,00	727,20	734,47	741,82	749,23
- Otros servicios	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.515,00
* Imprevistos	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.500,00	1.515,00
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACION	503.752,0 1	553.072,1 3	572.511,5 1	577.587,4 6	572.071,4 4
RESULTADO DE EXPLOTACION	- 165.532,0 1	1.506.267 ,37	1.507.421 ,38	1.523.144 ,76	1.549.668 ,11
Resultados financieros netos	- 100.531,7 1	- 80.425,37	- 60.319,02	- 40.212,68	- 20.106,34
Resultados extraordinarios					
RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS	- 266.063,7 2	1.425.842 ,00	1.447.102 ,36	1.482.932 ,08	1.529.561 ,77
Impuestos		271.464,3 1	276.788,2 4	285.462,2 7	282.955,9 7
RESULTADO DESPUES DE IMPUESTOS	- 266.063,7 2	1.154.377 ,69	1.170.314 ,12	1.197.469 ,80	1.246.605 ,80

**6.2. Plan de tesorería:**

Se presenta una tabla con el plan de tesorería

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
ENTRADAS					
Flujo de Caja (*)	- 202.647,4 7	1.217.793,9 4	1.233.730,3 7	1.260.886,0 6	1.298.310,4 3
Aportación inicial	224.401,1 3				
Préstamo	897.604,5 3				
<i>Total Entradas</i>	919.358,2 0	1.217.793,9 4	1.233.730,3 7	1.260.886,0 6	1.298.310,4 3
SALIDAS					
Inversión	701.464,0 8				
Amortización de préstamo	179.520,9 1	179.520,91	179.520,91	179.520,91	179.520,91
<i>Total Salidas</i>	880.984,9 9	179.520,91	179.520,91	179.520,91	179.520,91
<i>Saldo Ejercicio</i>	38.373,21	1.038.273,0 4	1.054.209,4 7	1.081.365,1 5	1.118.789,5 2
<i>Saldo Acumulado</i>	38.373,21	1.076.646,2 5	2.130.855,7 2	3.212.220,8 7	4.331.010,3 9



Bibliografía:

<http://www.cinave.org/nvarance.htm>

www.probrisa.com

www.madosa.com

www.psi-sa.net

<http://tiendanautica.topbarcos.com>

http://www.cuerdasyredes.com/new/show_subcat.php?catid=23&subcatid=13

<http://www.ynstalia.com/productos/TUBERIA%20Y%20ACCESORIO%20DE%20POLIETILENO.pdf>

<http://www.todomat.cl>

<http://www.distrimarsl.com>

<http://www.petrocomercial.com/wps/portal>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848694905037>

Cuaderno 1: Memoria

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto.



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 1: Memoria



Índice

1. Introducción.	Página 2
2. Elección del tipo de embarcación.	Página 5
3. Metodología aplicada	Página 6
4. Clasificación y matriculación.	Página 7
5. Reglamentación aplicada.	Página 9



Cuaderno 1: Memoria

1. Introducción

Debido a la propia naturaleza de un proyecto de jaulas de engorde y a causa de las labores diarias que serán necesarias realizar en dicha instalación aparece la necesidad de la utilización de un buque auxiliar.

En primer lugar y para la adecuada elección de la embarcación será necesario realizar un análisis preliminar de las actividades y labores a realizar por el buque auxiliar, ya que a partir de estas quedarán definidas las características principales del buque. Los trabajos a realizar durante la vida de la instalación serán los siguientes:

- Montaje de la instalación: En primer lugar se ha de llevar a cabo el montaje de las jaulas y la instalación completa en el lugar elegido para dicho fin.
- Transporte de alevines a la instalación: Tres veces al año será necesario el transporte de los alevines a la instalación, donde serán depositados para su engorde. En este proyecto se ha optado por transporte en piscinas cerradas colocadas en la cubierta de la embarcación.
- Alimentación diaria: Se ha de llevar a cabo diariamente la alimentación de los peces, lo cual se hará con la ayuda de una alimentadora semi-automática, encargada de lanzar el alimento al interior de las jaulas.
- Labores de mantenimiento y limpieza: Será necesario un control casi diario del estado de las redes y de los animales, para lo cual será necesaria la actuación de buzos cualificados, que observarán a diario que todo funciones correctamente y que los animales se encuentren en un buen estado de salud.
- Labores de despesque: Una vez que los individuos alcancen el peso adecuado para su venta se deberá realizar el despesque de los mismo.
- Transporte de los peces a tierra: Una vez realizado el despesque será necesario transportar los peces a tierra, para lo cual se emplearán cajas desechables y hielo para su correcta conservación.
- Cambio de redes: a lo largo del año serán necesario vario cambio de redes a causa del desdoble en cuerpo cabezas y colas, así como para evitar que los peces puedan escapar si el ojo de malla no es el adecuado.
- Vigilancia de la instalación: Aunque este punto no es estrictamente una labor de la embarcación auxiliar, al trabajar diariamente en la instalación actúa también como medida disuasoria ante posibles robos bien sea del pescado o de los propios elementos conformantes de la instalación.



Una vez conocidas las labores a desempeñar por la embarcación se pueden determinar las características que deberá presentar la misma para realizar dichas labores de forma eficiente y segura. Se han considerado las siguientes cualidades:

- Gran versatilidad: Dado que deberá realizar tareas muy diferentes dependiendo del momento del proceso.
- Gran superficie de trabajo, en la que se pueda colocar todos los elementos a transportar y que proporcione a la vez un lugar seguro de trabajo para la tripulación.
- Gran estabilidad: Dado el tipo de trabajo a realizar.
- Buena maniobrabilidad: Será necesario en muchos casos los movimientos en zonas cercanas a las jaulas por lo que se requerirá una maniobrabilidad adecuada para facilitar el movimiento e impedir posibles accidentes o choques.
- Capacidad de transporte adecuada: Deberá poder transportar el combustible, agua, los alevines o el pescado en función del momento, la maquinaria, el peso y los materiales para el montaje.
- Capacidad de remolque: Sobre todo en la fase de montaje o si fuera necesario realizar alguna reparación
- Buen comportamiento en la mar.

Existen varias soluciones posibles para el cumplimiento de las diferentes labores a realizar durante la explotación de la instalación.

En primer lugar se puede recurrir al alquiler de diferentes tipos de buque en función del trabajo a realizar en cada momento de la vida de la instalación, por lo que sería necesario disponer de al menos de 4 embarcaciones diferentes dependiendo el momento:

- Botes: Usados generalmente dentro del perímetro de la concesión, se construyen principalmente en madera o fibra de vidrio, y son propulsados a remo o bien con motor fuera borda siempre al descubierto. Se utilizan principalmente para el transporte de personas desde tierra hasta la instalación situada en mar abierto, para vigilancia y supervisión.
- Pangas: Con usos parecidos a los del bote, se diferencia de estos en su mayor capacidad de carga lo que implica mayores dimensiones, así mismo suelen ser buques de menos velocidad. Pueden servir también para el transporte de personas aunque su principal empleo es para el transporte de alimento.
- Lanchas rápidas: Suelen ser habituales en grandes multinacionales para facilitar las visitas de la instalación por parte de los ejecutivos de la empresa. Además puede ser necesario en un momento determinado la necesidad de un traslado rápido, bien sea por un accidente en la tripulación o por rotura de algún elemento estructural.



- Barcazas y lanchas mayores: Utilizadas principalmente en el despesque o en momentos de gran demanda de alimento, debido a que en estos casos se hace esencial una gran capacidad de carga, así como maquinaria suficiente para realizar las labores de despesque.

En segundo lugar aparece la posibilidad de disponer de una única embarcación bien sea propia de la instalación (lo que reduce los gastos producidos por el alquiler) o bien recurrir a fletes durante largos periodos.

Si se atiende a esta segunda posibilidad y tras estudiar cuidadosamente las características a poseer por la embarcación elegida se llega a la conclusión de que el buque más adecuado será un catamarán construido bien sea en aluminio o en fibra. Esta solución es la más empleada en la actualidad, siendo por lo tanto el tipo de embarcación más utilizado para la explotación de jaulas en mar abierto.

Si nos fijamos en la realidad del país se ha de decir que ninguna de las opciones mencionadas anteriormente presenta gran viabilidad, dado que al tratarse de un proyecto de cooperación la construcción de un buque únicamente destinado a este fin encarece enormemente el proyecto en caso de llevarse a cabo. Tras el análisis de la primera opción, es decir el empleo de diferentes tipos de buques para cada una de las fases, responde más a la realidad, aunque hay tener en cuenta que la instalación se encuentra en un pequeño pueblo costero, por lo que casi seguro se optaría por el empleo de los pequeños buques pesqueros propiedad de la propia población local, independientemente de si son los más adecuados para el trabajo a desempeñar.



2. Elección del tipo de embarcación.

A la vista de lo expuesto anterior mente y por tratarse de un anteproyecto teórico se ha optado por la elección de un catamarán como embarcación auxiliar. Esto queda justificado por tratarse en la realidad del buque más conveniente para la explotación de instalaciones acuícolas en mar abierto, dado que presenta las características óptimas para esta actividad.

La elección de un catamarán como embarcación auxiliar presenta grandes cualidades como el dotar al barco de un alto grado de versatilidad con una maniobrabilidad excelente. Además y a causa de la propia geometría de este tipo de embarcaciones posee una gran estabilidad en estados de máxima carga lo cual como se ha mencionado con anterioridad resulta de vital importancia.

Para la elección del material con el que se construirá la embarcación se ha manejado tanto la opción del uso de aluminio como la fibra de vidrio. Decantando finalmente por el empleo de esta segunda debido a sus grandes cualidades frente al aluminio. Algunas de las cuales se presenta a continuación:

- Este material es más resistente ante la corrosión marina que los metales.
- Al utilizar diferentes tipos de materiales metálicos se producen corrientes galvánicas, lo que produce una corrosión en los materiales más débiles, esto ocurre principalmente en aguas cálidas como es el caso de las costas ecuatorianas.
- Por trabajar cerca de las jaulas es normal que se produzca pequeños golpes contra las mismas, y mientras que los metales sufren deformaciones permanentes la fibra trabaja mejor en su régimen elástico recuperando su forma.
- En caso de ser necesaria una reparación resulta más sencillo llevarlo a cabo en materiales de fibra que en metálicos, lo cual resulta muy útil en zonas poco industrializadas.
-
- En caso de ser necesario este tipo de embarcaciones permite la producción en serie, por lo que se podría construir buques gemelos en caso de ser necesario.



3. Metodología aplicada

Dado que el proyecto esta constituido principalmente por las jaulas de engorde tal y como requieren las especificaciones del proyecto se va a realizar un anteproyecto de la embarcación auxiliar, por lo que se ha considerado oportuno incluir los siguientes cuadernillos:

- Cuadernillo 1: Memoria

Referido a las justificación de la necesidad de una embarcación auxiliar y elección de la misma.

- Cuadernillo 2: Dimensionamiento

Dedicado a la determinación de las dimensiones principales de la embarcación en función de una estimación del peso muerto de la embarcación y mediante la utilización de una base de datos.

- Cuadernillo 3: Formas y arquitectura naval

Se representarán las formas del buque así como su comportamiento mediante curvas hidrostáticas y tablas KN para dichas formas.

- Cuadernillo 4: Disposición general

Presenta la compartimentación elegida, así como la posición de cada parte de la estructura, bodegas, castillo, cámara de máquinas etc.

- Cuadernillo 5: Estructura y escantillonado

Donde se especificarán los refuerzos utilizados, así como la habilitación del buque. Se presentará también un esquema de la cuaderna maestra del catamarán.

- Cuadernillo 6: Sistemas y equipos

En este cuaderno se realizará un resumen de todos los sistemas y equipos que llevará el buque para la realización de sus trabajos.

- Cuadernillo 7:Planta eléctrica

Estimación del consumo energético del buque en función de todos sus equipos.



4. Clasificación y matriculación

El buque a proyectar queda clasificado dentro de las sección de `` Naves Menores, Mayores, y de Pesca de 11 a 145 TRB``

Para la clasificación y matriculación del buque se tendrá en cuenta la resolución nº 532/97 en su artículo 11 de la Dirección General de la Marina Mercante y del Litoral que dice así:

`` La Dirección General de la Marina Mercante, otorgará la patente de navegación a las naves nacionales y a las compradas o construidas en el extranjero, previa presentación de la matrícula definitiva y remitirá dicho documento a la capitanía del puerto correspondiente para su registro.``

Las naves de tránsito nacional podrán ser matriculadas en cualquier capitanías del puerto según convenga, por lo que en este caso se optará por realizar la matriculación en la capitanía de Manta.

Para la matriculación del buque se empleará la siguiente normativa presentada en el artículo 4 de la misma resolución:

Para efectos de asignación del número de matrícula, toda nave o embarcación de la Marina Mercante será identificada con las siguientes siglas o letras:

TI: Transito Internacional

TN: Transito Nacional

P: Pesqueros

R: Remolcadores

B: Botes

DA: Naves destinadas a servicios auxiliares

A continuación de las siglas anteriormente indicadas se presentará el número indicativo del Puerto de Registro tal como se muestra a continuación:

Capitanías de Puerto:

- De Guayaquil : 00
- De Puerto Ayora: 01
- De Baquerizo Moreno: 01
- De Villamil: 01
- De Esmeraldas: 02
- De Puerto Bolivar: 03



- De Manta: 04
- De bahía de Caraquez: 05
- De Salinas : 06
- De San Lorenzo: 07
- De Rocafuerte: 08
- De Francisco de Orellana: 09
- De Puerto Potumayo: 10

Finalmente Aparecerá el numero asignado por cada capitanía de acuerdo al orden cronológico de presentación.

En conclusión el catamarán proyectado presentará la siguiente matriculación:

“ DA 04 nº por cronología ”



5. Reglamentación aplicable

Conforme a la sección en la que se ha clasificado el buque deberá cumplir las reglamentaciones siguientes incluyendo la aportación de certificados de cumplimiento:

- a.** Certificado de Arqueo, Avalúo y Clasificación válido por 5 años.
- b.** Certificado de Línea de Carga válido por 5 años (Naves 50 TRB en adelante y 24 metros de eslora en adelante).
- c.** Certificado de Seguridad y Prevención de la Contaminación válido por 12 meses. (Listado de Chequeo con partes pertinentes de SOLAS cap. II-1, II-2, III, IV y V y MARPOL).



Bibliografía

- Dirección General de la Marina Mercante ``Resolución nº 301/04``
- Dirección General de la Marina Mercante. ``Resolución nº 532/97 ``

Cuaderno 2: Dimensionamiento

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto.



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 2: Dimensionamiento



Índice

1. Introducción	página 2
2. Estimación del peso muerto	página 2
3. Base de datos	página 5
4. Elección de las dimensiones principales	página 8
5. Elección del buque base	página 11



Cuaderno 2: Dimensionamiento

1. Introducción

Este cuadernillo estará destinado a elegir las dimensiones principales de la embarcación de apoyo a la instalación acuícola.

La elección de un catamarán para esta tarea se fundamenta en la necesidad de una gran estabilidad, ya que la embarcación realizará operaciones por el costado del buque de carga y descarga, izado de redes etc. Además de la estabilidad se requiere una superficie de cubierta amplia donde poder colocar la maquinaria auxiliar de la instalación, los sacos de pienso, el equipo de los buzos etc. permitiendo en todo momento un tránsito fácil y seguro de los operarios.

Para determinar las dimensiones del catamarán se estudiarán las necesidades operativas en esta instalación y se realizará una base de datos de embarcaciones similares utilizadas en instalaciones acuícolas a partir de la cual poder empezar a determinar las dimensiones básicas de la embarcación.

2. Estimación del peso muerto y estudio de las situaciones de carga.

En este apartado se van a analizar los diferentes pesos que el barco va a transportar en las diferentes fases de operación de la granja. Posteriormente se analizarán las condiciones de carga para saber cuáles de estos pesos aparecen de forma simultánea. Este estudio de las situaciones de carga resulta fundamental para establecer el peso muerto, parámetro a partir del cual se dimensionará la embarcación.

Los principales componentes de peso que va a llevar la embarcación son: el combustible, aceite y agua dulce. El pienso que a diario debe suministrarse a los animales; para determinar este valor nos basamos en el plan de producción realizado en el cuaderno 2 de las jaulas en el cual se establece que la máxima cantidad de piensos a suministrar es de 54,2t en un mes, es decir, en torno a 1.800kg al día. La tripulación y los operarios que irán a bordo suman 5 personas en total. El equipamiento de los buzos; se estima que el peso total de un equipo completo (botella, jacket, cinturón de lastre, grifería y equipo ligero) ronda los 25 kg de éstos se llevarán dos más uno de respeto y además se llevarán otras dos botellas por si fuese necesario una segunda inmersión, estas botellas llenas tienen un peso aproximado de 30 kg cada una. Pesca; será un componente fundamental de peso, la máxima pesca realizada de acuerdo al plan de producción es de 62,23t y se realizará en dos fases, siendo el peso transportado en cada trayecto cercano a las 21t. Las redes con fouling; según las necesidades



de la instalación las redes deben ser cambiadas para adecuarse al tamaño de los peces que confinan las redes que son extraídas del agua y que deben llevarse a tierra tienen un peso elevado debido a la acumulación de fouling en ellas. Por último será necesario transportar redes limpias hasta la instalación para poder proceder al recambio de las sucias.

A continuación se incluye una tabla en la que se dan los valores aproximados de estos pesos.

Componentes del peso muerto (kg)	
Combustible	1.800
Agua dulce	200
Aceite	100
Pienso	2.000
Tripulación más operarios	375
Equipamiento de los buceadores	105
Pesca	22.000
Redes con fouling	2.000
Redes limpias	1.000

Estos pesos no van a ir en la embarcación de forma simultánea si no que aparecerán según la operación que se vaya realizar, por este motivo se realiza un estudio de las diferentes situaciones de carga del buque. Las situaciones de carga estudiadas son las siguientes:

- 1) Saliendo del puerto con el pienso.
- 2) Saliendo de puerto con las redes limpias para proceder a un cambio.
- 3) Regresando a tierra con las redes sucias.
- 4) Regresando a tierra con la pesca.

En todas las condiciones de carga anteriores debe incluirse tanto el peso de los operarios como el peso del equipamiento de buceo.

Componente de peso muerto	Situaciones de carga			
	1	2	3	4
Combustible	1.800kg	1.800kg	1.000 kg	1.000 kg
Agua dulce	200kg	200kg	100kg	100kg
Aceite	100kg	100kg	100kg	100kg
Pienso	2.000kg	0kg	0kg	0kg
Tripulación más operarios	375kg	375kg	375kg	375kg
Equipo de los buceadores	105 kg	105 kg	105 kg	105 kg
Pesca	0kg	0kg	0kg	22.000kg
Redes con fouling	0kg	0kg	2.000kg	0kg
Redes limpias	0kg	1.000kg	0kg	0kg
TOTAL	4.580kg	3.580kg	3.680kg	23.680kg



De la tabla anterior se deduce que debemos dimensionar el calado máximo para un peso muerto de 23.680kg.



3. Base de datos

En este apartado se muestra una recopilación de información de buques similares con el objeto de tener una base de datos a partir de la cual poder determinar las dimensiones principales de la embarcación.

Piagua dos y Poseidón seis

✓ Eslora total	15 m
✓ Eslora entre perpendiculares	14 m
✓ Manga de trazado:	6,5 m
✓ Puntal:	2,2 m
✓ Calado:	1,1m
✓ Peso en rosca:	16 t
✓ Peso muerto:	27 t
✓ Propulsión:	2 x 240CV a 2.400 rpm
✓ Velocidad:	12 Kn
✓ Combustible:	4.000 l
✓ Área útil de cubierta:	88 m ²
✓ Grúa de cubierta:	14 t x m
✓ Capacidad agua dulce:	400 l

Orsa Maggiore

✓ Eslora	12 m
✓ Manga:	5,20 m
✓ Calado:	0,7 m
✓ Desplazamiento:	18 t
✓ Arqueo bruto:	15,2 t
✓ Arqueo neto:	8 t
✓ Propulsión:	2 x 150HP
✓ Velocidad:	8 kn
✓ Material:	Acero

Acuimedsa I

✓ Eslora	16 m
✓ Eslora entre perpendiculares:	14,60 m
✓ Manga:	6,98 m
✓ Puntal:	1,60 m



✓ Arqueo bruto:	19,86 TRB
✓ Material:	PRFV
✓ Propulsión:	2 x 320CV
✓ Velocidad:	12 kn
✓ Capacidad de carga:	25-30 t
✓ Capacidad de combustible:	3.000 l
✓ Capacidad agua dulce:	1.250 l
✓ Grúa de cubierta:	14 t x m

Labrax uno

✓ Eslora total:	12 m
✓ Eslora entre perpendiculares:	11,35 m
✓ Manga de trazado:	4,68 m
✓ Puntal:	1,65 m
✓ Peso en rosca:	12 t
✓ Peso muerto:	18 t
✓ Propulsión:	2 x 175CV a 2.000 rpm
✓ Velocidad:	12 Kn
✓ Combustible:	2.500 l
✓ Calado de diseño:	1 m
✓ Grúa de cubierta:	11 t x m
✓ Capacidad agua dulce:	200 l
✓ Área útil de cubierta:	45m ²

Weve farmer 1.200

✓ Eslora total :	13 m
✓ Manga:	5 m
✓ Peso en rosca:	8 t
✓ Peso muerto:	10 t
✓ Calado:	0,4 m
✓ Velocidad:	20 Kn

Weve farmer 1.400

✓ Eslora total :	15 m
✓ Manga:	5 m
✓ Peso en rosca:	9,2 t
✓ Peso muerto:	15 t



- ✓ Calado: 0,5 m
- ✓ Velocidad: 20 Kn

Wave worker 10/5

- ✓ Eslora total : 10,1 m
- ✓ Manga: 5 m
- ✓ Peso en rosca: 7 t
- ✓ Peso muerto: 6 t
- ✓ Calado: 0,3 m
- ✓ Velocidad: 7 Kn

Wave worker 12/5

- ✓ Eslora total : 12 m
- ✓ Manga: 5,2 m
- ✓ Peso en rosca: 8 t
- ✓ Peso muerto: 8 t
- ✓ Calado: 0,5 m
- ✓ Velocidad: 8 Kn

Wave worker 14/55

- ✓ Eslora total : 14,2 m
- ✓ Manga: 5,5 m
- ✓ Peso en rosca: 10,5 t
- ✓ Peso muerto: 15 t
- ✓ Calado: 0,4 m
- ✓ Velocidad: 10 Kn

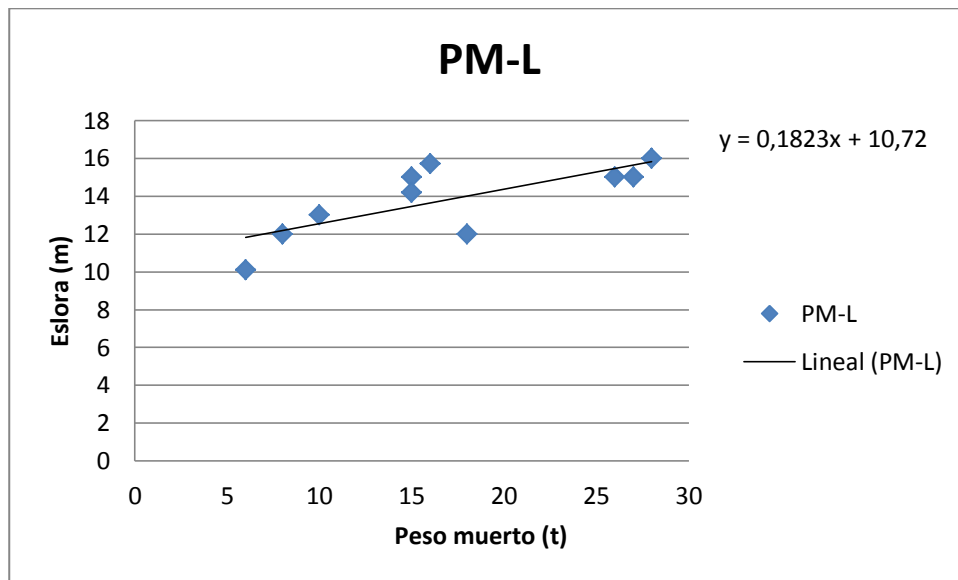
Wave worker 15/6

- ✓ Eslora total : 15,7 m
- ✓ Manga: 6,1 m
- ✓ Peso en rosca: 15 t
- ✓ Peso muerto: 16 t
- ✓ Calado: 1 m
- ✓ Velocidad: 12 Kn

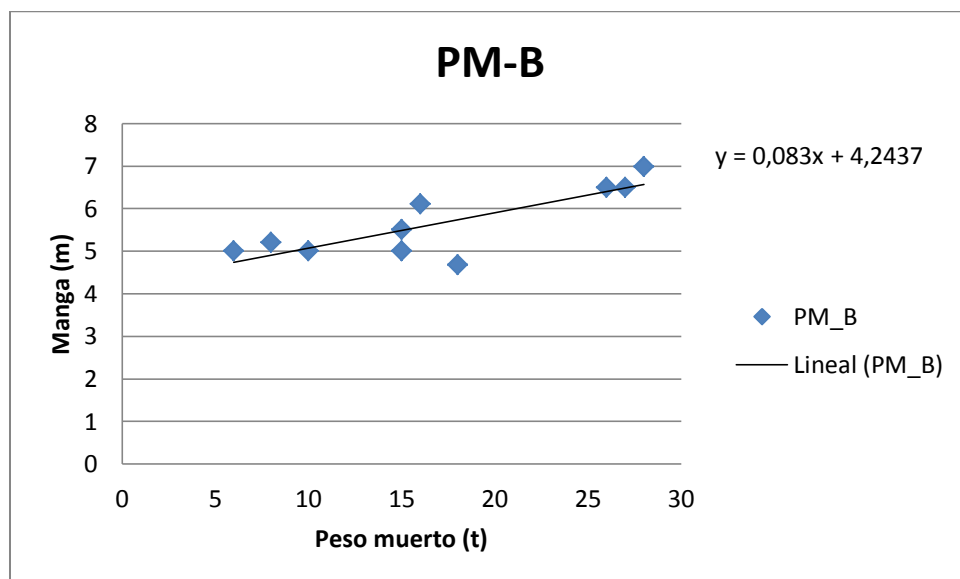
4. Elección de las dimensiones principales

Las dimensiones de las que partiremos serán las obtenidas de realizar una regresión lineal respecto del peso muerto obtenido de la base de datos anterior, con cada una de las variables dimensionales establecidas: eslora, manga, puntal y calado.

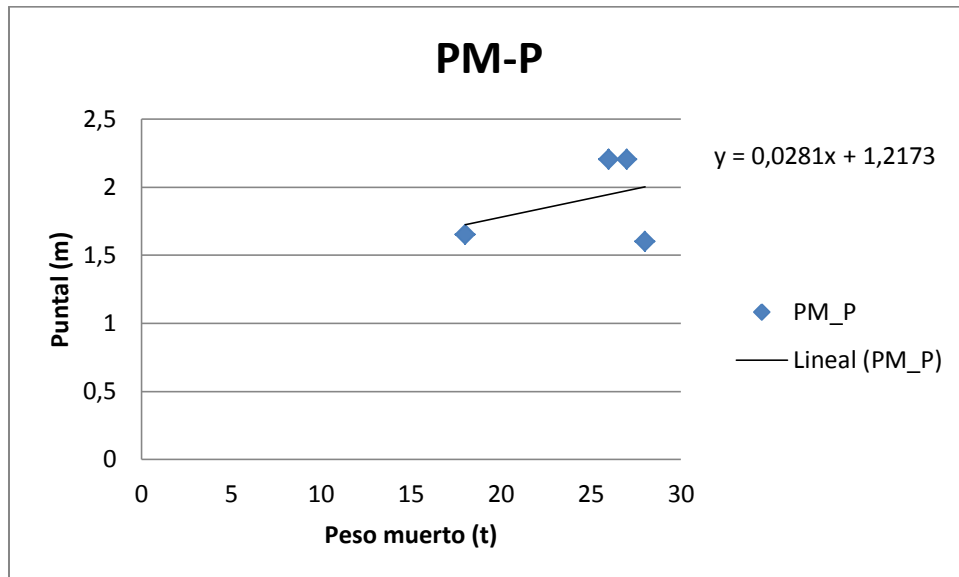
Así, utilizando el peso muerto que hemos supuesto para nuestra embarcación de 23,7 toneladas, entraremos en las ecuaciones de la regresión calculada a partir de la base de datos, para obtener las dimensiones.



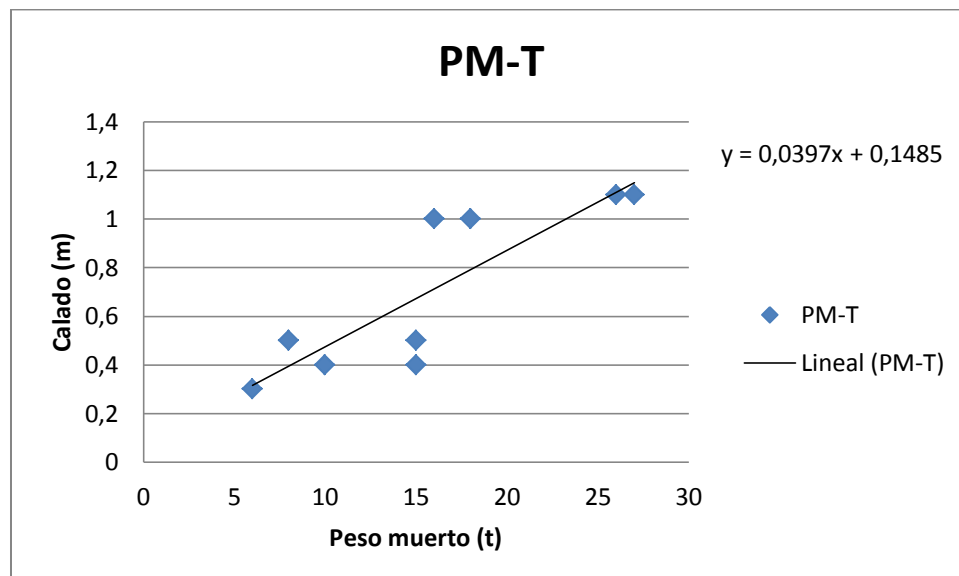
Recta de regresión para la eslora



Recta de regresión para la manga



Recta de regresión para el puntal



Recta de regresión para el calado

Las dimensiones principales de nuestra embarcación obtenidas a partir de las regresiones anteriores son las siguientes:

L=15,04m; B=6,2m; P=1,88m; T= 1,09m



Se considera que el puntal obtenido por regresión lineal es algo pequeño ya que dificulta la entrada de una persona para realizar las inspecciones o reparaciones que pudieran ser necesarias principalmente en la cámara de máquinas. Por este motivo se decide cambiar el puntal por 2,2 m de forma que se adecua más al buque base escogido (ver punto siguiente).

Con esta consideración obtenemos las dimensiones principales de nuestro buque:

Eslora (m)	15
Manga (m)	6,2
Puntal (m)	2,2
Calado (m)	1,1

5. Elección del buque base

Una vez establecidas las dimensiones de la embarcación auxiliar, buscaremos dentro de los buques expuestos en el apartado 3 “Base de datos”, aquél que mejor se adecue a estas dimensiones, para tomarlo como buque base en la realización de este anteproyecto.

Por la similitud de dimensiones y características se escogerá como buque base el catamarán Piagua dos construido por la empresa D.C.M. SALORIO S.L. (A Coruña) por encargo de PISCIFACTORÍA AGUADULCE S.L. (Roquetas del Mar – Almería). Este buque, además de tener unas dimensiones muy parecidas, también se aproxima bastante bien al peso muerto estimado.



Figura 2.1: Fotografía del buque base



Bibliografía

<http://www.dcmsalorio.com>

<http://www.alnmaritec.co.uk/downloads/Wave%20Worker.pdf>

<http://www.orsamaggioreshipyards.com/marina.htm>

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto.



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 3: Formas y arquitectura naval



Índice

1. Introducción	Página 2
2. Formas	Página 2
3. Plano de formas	Página 3
4. Curvas hidrostáticas	Página 5
5. Tabla y curvas de brazo KN	Página 12



Cuaderno 3: Formas y arquitectura naval.

1. Introducción

El objeto de este cuadernillo es el de definir las formas del buque, una vez conocidas sus dimensiones principales en el cuadernillo anterior, para ello se hará una breve descripción de las mismas y se incluirá el plano de formas del buque.

También se adjuntan las curvas hidrostáticas del buque para tres trimados diferentes y las curvas KN o curvas de carena inclinadas.

2. Formas

Partiendo de las formas del buque base elegido y de las decisiones tomadas con anterioridad, se plantea definir las formas del catamarán. Una correcta definición de las formas es de gran importancia, puesto que la resistencia al avance del barco va a estar determinada por la geometría del casco. También debe tenerse en cuenta los requisitos impuestos por la carga que debe llevar el barco y los distintos equipos que debe albergar. Y no se puede olvidar el comportamiento del buque en la mar, que igualmente va a depender de las formas del mismo.

Una mala elección de las formas puede conducir a unos requisitos de potencia propulsora excesivos, para la velocidad de proyecto deseada, o en el extremo opuesto, unas formas angostas que dificulten la colocación de los distintos equipos o no permitan estibar la carga requerida. El problema de hermanar los requisitos de espacio y velocidad, sin aumentar de modo exagerado la potencia propulsora, debe ser tratado con cuidado.

En los casos que lo permitan, lo idóneo es acudir a ensayos con modelos en canales de experiencias, de modo que se adopten las formas óptimas para los requisitos del buque. Cuando esto no es posible, como ocurre con frecuencia en el caso de buques de pesca de pequeño y mediano tamaño, por limitaciones económicas fundamentalmente, el proyectista se debe conformar con escoger las formas base del mejor modo posible y realizar las correspondientes transformaciones de un modo cuidadoso y racional, este es el proceso que consideramos idóneo para nuestro caso.

En este caso, se parte de las formas del buque base elegido en el cuaderno 2, y mediante relaciones afines se obtienen las formas de nuestra embarcación.

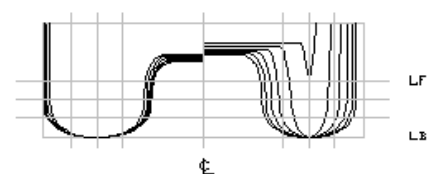
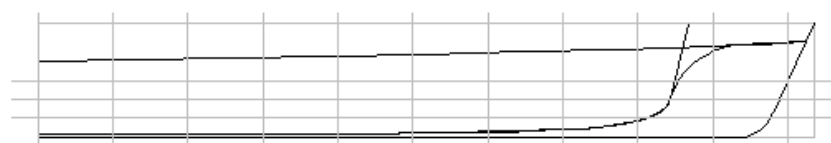
Las cuadernas tienen forma de U doble, y se distinguen los dos cascos y el túnel de unión. Para definir la caja de cuadernas se han representado 12 secciones, lo cual se considera suficiente para definir la geometría de la carena.



En cuanto a las líneas de agua se han representado 5 diferentes, dos de ellas por debajo de la flotación, una coincidente con la línea de flotación y otras dos por encima de la misma.

En tercer lugar se representan cuatro cortes longitudinales, uno de ellos coincidente con la línea de crujía del buque y los otros tres en el patín.

3. Plano de formas



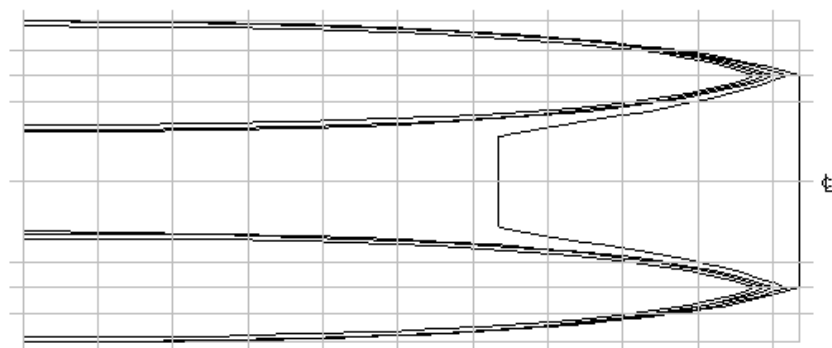
ε

Lf

Ls

Características principales

Eslora total	15 m
Eslora pp	14,5 m
Manga	6,2 m
Puntal	2,2 m
Calado	1,09 m



ε



ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS NAVALES

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

PLANO: PLANO DE FORMAS	CUADRO Nº: 2
PROYECTO: nº105 Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto	TUTOR: José F. Núñez González COTUTOR: José de Lara Ray
NOMBRE DEL BUQUE: PERLA IBÉRICA	AUTORES: LAURA DOMÍNGUEZ PÉREZ NURIA DOMÍNGUEZ PÉREZ



4. Curvas hidrostáticas

Las curvas hidrostáticas constituyen una herramienta muy útil para analizar la estabilidad de los buques.

Representan en función del calado diversas características geométricas de las formas del buque y solo dependen de su forma geométrica (para un determinado trimado) independientemente de la situación de carga del buque.

En este cálculo han sido incluidas las siguientes curvas:

- Desplazamiento del buque, en Toneladas.
- Área mojada, en m^2 .
- Área en la flotación, en m^2 .
- Coeficiente Prismático.
- Coeficiente de Bloque.
- Coeficiente de la Maestra.
- Coeficiente de Flotación.
- Posición Longitudinal del centro de carena, LCB, en m, y referido a la posición de la maestra.
- Posición Longitudinal de la flotación, LCF, en m, y referido a la posición de la maestra.
- Altura metacéntrica, tanto longitudinal como transversal, medida en m.
- Radio metacéntrico, longitudinal y transversal, medido en m.
- Posición vertical del centro de carena, en m.
- GM, longitudinal y transversal, también medido en m.
- Tonelada por centímetro de inmersión.
- Momento para trimar un centímetro.

Los valores de las tablas y curvas hidrostáticas se han obtenido a partir del programa informático HYDROMAX, utilizando las formas obtenidas en MAXSURF.

Los cálculos hidrostáticos se han llevado a cabo para una densidad de agua de mar de 1.025 kg/m^3 . Los trimados considerados para el cálculo de las hidrostáticas van a ser:

- Trimado: 0,25 m
- Trimado: 0,0 m
- Trimado: -0,25 m

Siendo un trimado positivo cuando el buque tiene un calado mayor en popa. Para cada uno de estos trimados se han considerado 20 calados diferentes, entre 0m y 2m. A continuación se presentan los resultados:



Calado(m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
Desplaz(t)	0,735	3,058	6,637	10,84	15,42	20,22	25,16	30,16	35,19	40,24	45,34	50,5	55,75	61,17	67,1	73,64	80,77	88,51	96,87	105,8
Escora (º)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{pr} (m)	-0,12	-0,02	0,086	0,191	0,296	0,401	0,507	0,612	0,717	0,822	0,928	1,033	1,138	1,243	1,349	1,454	1,559	1,664	1,77	1,875
T _{pp} (m)	0,125	0,23	0,336	0,441	0,546	0,651	0,757	0,862	0,967	1,072	1,178	1,283	1,388	1,493	1,599	1,704	1,809	1,914	2,02	2,125
T _{md} (m)	0,075	0,144	0,241	0,343	0,446	0,551	0,655	0,76	0,865	0,97	1,075	1,18	1,286	1,394	1,503	1,608	1,709	1,808	1,905	2,003
Trimado (m)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L _{WL} (m)	7,251	13,357	13,9	14,01	14,10	14,17	14,23	14,28	14,34	14,38	14,43	14,478	14,525	14,572	14,62	14,666	14,713	14,76	14,807	14,853
B _{WL} (m)	5,475	5,794	5,979	6,093	6,16	6,193	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
S _{mojada} (m ²)	14,18	30,363	40,59	48,38	55,29	61,91	68,41	74,87	81,34	87,85	94,40	101,0	107,8	116,2	127	137,6	147,1	157,4	167,2	175,4
A _{WL} (m ²)	13,74	28,769	36,61	40,96	43,65	45,27	46,12	46,47	46,69	47,01	47,48	48,18	49,24	52,12	57,66	63,45	68,49	74,54	80,44	84,78
C _p	0,203	0,361	0,471	0,538	0,582	0,612	0,636	0,653	0,667	0,677	0,685	0,692	0,696	0,693	0,685	0,684	0,689	0,697	0,709	0,723
C _b	0,144	0,264	0,354	0,415	0,461	0,499	0,533	0,559	0,579	0,591	0,597	0,595	0,581	0,444	0,455	0,469	0,484	0,502	0,52	0,54
C _m	0,709	0,731	0,752	0,772	0,793	0,815	0,838	0,856	0,868	0,873	0,871	0,861	0,834	0,641	0,665	0,685	0,704	0,72	0,734	0,748
C _f	0,345	0,586	0,672	0,709	0,731	0,746	0,757	0,762	0,761	0,759	0,755	0,747	0,73	0,58	0,641	0,706	0,762	0,829	0,895	0,943
LCB (m)	-5,17	-3,59	-2,70	-2,29	-2,06	-1,91	-1,81	-1,73	-1,67	-1,62	-1,59	-1,56	-1,53	-1,52	-1,53	-1,55	-1,55	-1,52	-1,46	-1,37
LCF (m)	-4,32	-2,27	-1,75	-1,57	-1,47	-1,40	-1,35	-1,32	-1,31	-1,30	-1,30	-1,31	-1,33	-1,50	-1,72	-1,67	-1,46	-1,07	-0,58	-0,19
KB (m)	0,053	0,098	0,149	0,205	0,261	0,318	0,374	0,429	0,484	0,538	0,593	0,647	0,703	0,759	0,82	0,886	0,954	1,024	1,096	1,169
KG (m)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
BMT (m)	82,37	41,983	24,89	17,19	12,95	10,27	8,422	7,08	6,088	5,34	4,759	4,295	3,916	3,603	3,321	3,061	2,824	2,616	2,44	2,284
BML (m)	69,02	103,37	70,44	49,96	38,13	30,53	25,26	21,42	18,57	16,44	14,81	13,57	12,63	12,53	12,38	11,59	11,18	11,78	13,31	14,50
GMT (m)	81,32	40,99	23,98	16,34	12,16	9,536	7,745	6,459	5,523	4,831	4,305	3,896	3,572	3,315	3,095	2,9	2,731	2,594	2,491	2,409
GML (m)	67,97	102,38	69,53	49,10	37,33	29,80	24,58	20,80	18,00	15,93	14,36	13,17	12,29	12,25	12,153	11,43	11,09	11,76	13,36	14,63
KMT (m)	82,43	42,08	25,04	17,40	13,21	10,59	8,80	7,51	6,57	5,88	5,35	4,94	4,62	4,36	4,14	3,95	3,78	3,64	3,54	3,45
KML (m)	69,08	103,47	70,59	50,16	38,39	30,85	25,63	21,85	19,05	16,97	15,41	14,22	13,34	13,29	13,20	12,48	12,14	12,81	14,40	15,67
TPcmI(t/cm)	0,141	0,295	0,375	0,42	0,448	0,464	0,473	0,476	0,479	0,482	0,487	0,494	0,505	0,534	0,591	0,651	0,702	0,764	0,825	0,869
MT1cm(t·m)	0,034	0,216	0,318	0,367	0,397	0,416	0,426	0,433	0,437	0,442	0,449	0,459	0,473	0,517	0,562	0,581	0,618	0,718	0,892	1,068
RM at 1º=GMt. Disp.sin(1) kg·m	1,044	2,188	2,777	3,091	3,271	3,366	3,401	3,4	3,391	3,393	3,406	3,433	3,476	3,539	3,624	3,727	3,85	4,008	4,212	4,451

Tabla 3.1: Tabla hidrostática para un trimado de 0,25m.

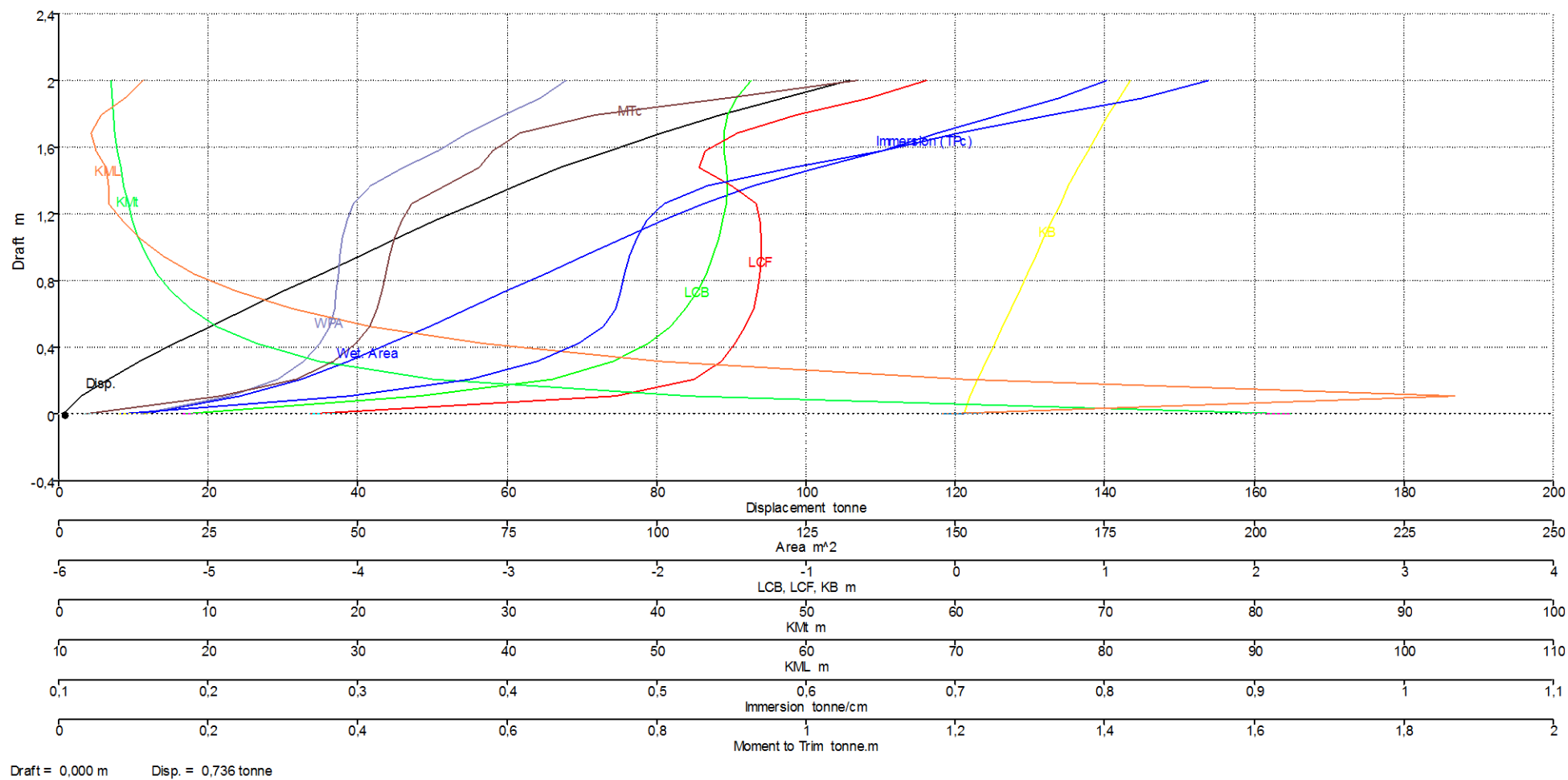


Figura 3.1: Curvas hidrostáticas para un trimado de 0,25m.



Calado(m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
Desplaz(t)	0	2,125	5,624	9,779	14,33	19,13	24,07	29,08	34,11	39,17	44,26	49,41	54,63	59,96	65,49	71,79	79,09	87,37	96,42	105,6
Escora (º)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{pr} (m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
T _{pp} (m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
T _{md} (m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
Trimado (m)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L _{WL} (m)	13,63	13,91	14,02	14,11	14,18	14,24	14,29	14,34	14,39	14,44	14,48	14,532	14,579	14,626	14,674	14,721	14,768	14,816	14,863	14,91
B _{WL} (m)	0	5,389	5,747	5,952	6,076	6,151	6,189	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
S _{mojada} (m ²)	0,00	29,21	39,59	47,53	54,58	61,26	67,76	74,25	80,75	87,27	93,83	100,4	107,2	114,1	122,4	137,3	150,9	163,7	171,1	175,1
A _{WL} (m ²)	0,00	28,03	36,00	40,63	43,50	45,26	46,21	46,57	46,72	46,98	47,39	47,98	48,84	50,16	53,18	63,23	72,56	81,28	84,77	85,01
C _p	0	0,747	0,75	0,752	0,754	0,756	0,757	0,758	0,759	0,76	0,761	0,761	0,762	0,761	0,758	0,747	0,748	0,756	0,77	0,783
C _b	0	0,527	0,546	0,562	0,579	0,596	0,614	0,632	0,648	0,658	0,664	0,664	0,658	0,64	0,482	0,493	0,51	0,53	0,552	0,573
C _m	0	0,705	0,727	0,747	0,768	0,789	0,811	0,834	0,853	0,866	0,872	0,872	0,863	0,841	0,636	0,66	0,682	0,7	0,717	0,732
C _f	0	0,75	0,754	0,757	0,759	0,761	0,763	0,765	0,766	0,767	0,767	0,765	0,761	0,752	0,592	0,703	0,807	0,904	0,943	0,946
LCB (m)	-7,25	-1,45	-1,43	-1,41	-1,39	-1,38	-1,37	-1,36	-1,35	-1,34	-1,33	-1,32	-1,32	-1,31	-1,31	-1,34	-1,35	-1,31	-1,21	-1,12
LCF (m)	-7,25	-1,43	-1,40	-1,37	-1,35	-1,33	-1,32	-1,30	-1,29	-1,28	-1,27	-1,26	-1,26	-1,27	-1,40	-1,64	-1,20	-0,51	-0,19	-0,17
KB (m)	0	0,062	0,123	0,183	0,242	0,3	0,358	0,414	0,469	0,524	0,579	0,634	0,689	0,745	0,802	0,865	0,936	1,012	1,09	1,165
KG (m)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
BMT (m)	0,00	58,29	28,72	18,83	13,85	10,84	8,82	7,36	6,29	5,49	4,88	4,39	4,00	3,67	3,40	3,15	2,91	2,72	2,51	2,30
BML (m)	0,00	175,54	86,31	56,57	41,67	32,72	26,71	22,40	19,27	16,97	15,22	13,88	12,84	12,07	11,95	12,12	12,49	15,26	15,92	14,67
GMT (m)	-1,02	57,33	27,82	18,00	13,08	10,13	8,16	6,75	5,74	5,00	4,44	4,01	3,67	3,40	3,18	3,00	2,83	2,71	2,58	2,44
GML (m)	-1,02	174,58	85,42	55,73	40,89	32,00	26,04	21,79	18,72	16,47	14,78	13,49	12,51	11,80	11,73	11,97	12,41	15,25	15,99	14,82
KMT (m)	0,00	58,35	28,84	19,02	14,10	11,15	9,18	7,77	6,76	6,02	5,46	5,03	4,69	4,42	4,20	4,02	3,85	3,73	3,60	3,46
KML (m)	0,00	175,60	86,44	56,75	41,91	33,02	27,06	22,81	19,74	17,49	15,80	14,51	13,53	12,82	12,75	12,99	13,43	16,27	17,01	15,84
TPcmI(t/cm)	0	0,287	0,369	0,417	0,446	0,464	0,474	0,477	0,479	0,482	0,486	0,492	0,501	0,514	0,545	0,648	0,744	0,833	0,869	0,872
MT1cm(t·m)	0	0,256	0,331	0,376	0,404	0,422	0,432	0,437	0,44	0,445	0,451	0,46	0,471	0,488	0,53	0,592	0,677	0,919	1,063	1,079
RM at 1º=GMt. Disp.sin(1) kg·m	0	2,126	2,731	3,071	3,27	3,38	3,426	3,427	3,416	3,417	3,429	3,455	3,496	3,554	3,637	3,755	3,908	4,128	4,336	4,495

Tabla 3.2: Tabla hidrostática para un trimado nulo.

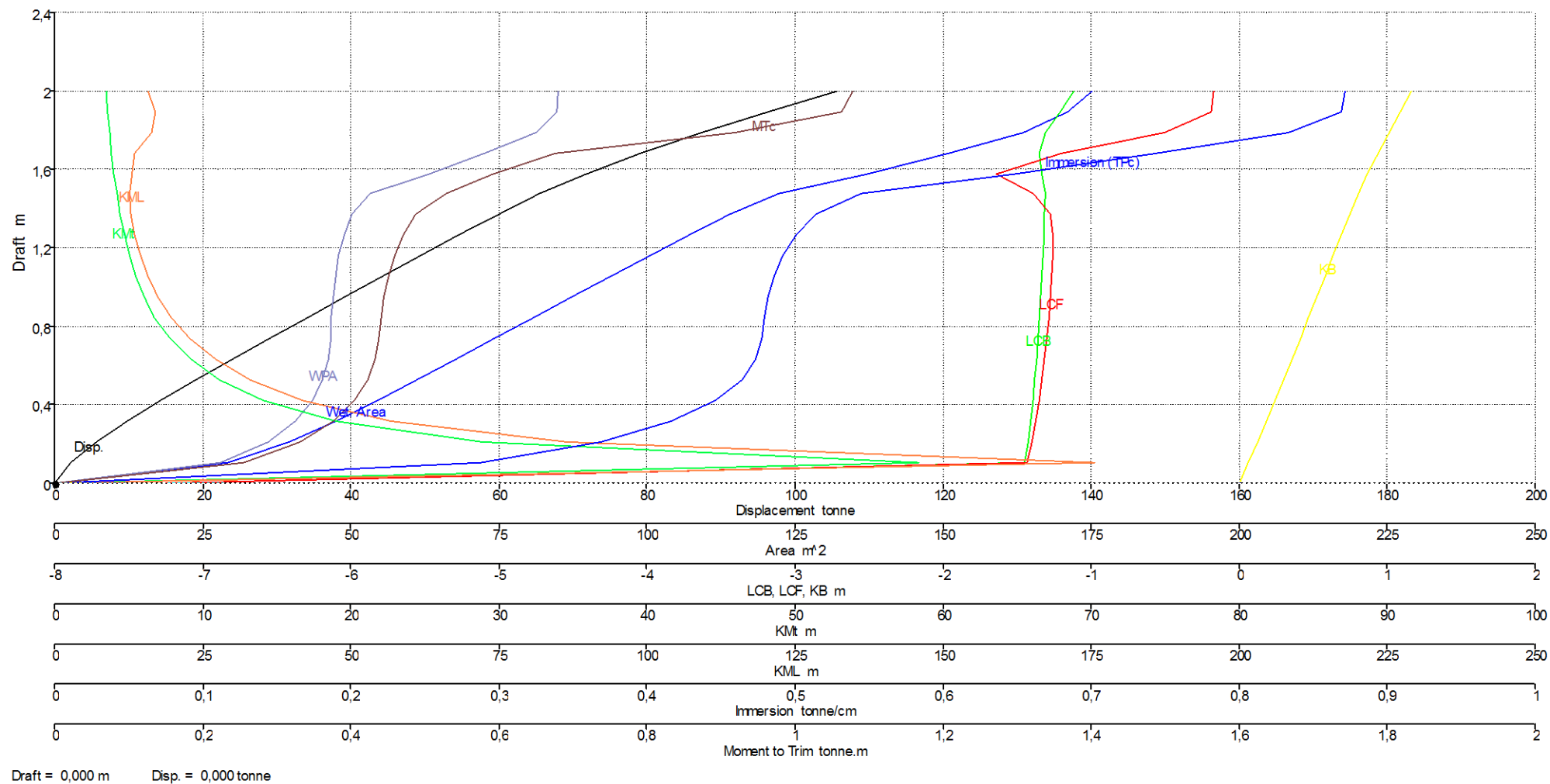


Figura 3.2: Curvas hidrostáticas para un trimado nulo.



Calado(m)	0	0,105	0,211	0,316	0,421	0,526	0,632	0,737	0,842	0,947	1,053	1,158	1,263	1,368	1,474	1,579	1,684	1,789	1,895	2
Desplaz(t)	0,25	1,73	4,88	8,88	13,35	18,10	23,01	28,02	33,06	38,12	43,21	48,36	53,57	58,88	64,34	70,08	77,87	86,97	96,14	105,30
Escora (º)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T _{pr} (m)	0,125	0,23	0,336	0,441	0,546	0,651	0,757	0,862	0,967	1,072	1,178	1,283	1,388	1,493	1,599	1,704	1,809	1,914	2,02	2,125
T _{pp} (m)	-0,12	-0,02	0,086	0,191	0,296	0,401	0,507	0,612	0,717	0,822	0,928	1,033	1,138	1,243	1,349	1,454	1,559	1,664	1,77	1,875
T _{md} (m)	0,055	0,109	0,194	0,296	0,4	0,505	0,61	0,715	0,82	0,926	1,031	1,137	1,242	1,348	1,453	1,558	1,677	1,786	1,892	1,997
Trimado (m)	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25	-0,25
L _{WL} (m)	6,67	12,89	14,12	14,19	14,25	14,30	14,35	14,4	14,45	14,49	14,54	14,59	14,64	14,69	14,73	14,78	14,83	14,88	14,92	14,97
B _{WL} (m)	4,753	5,223	5,559	5,796	5,962	6,073	6,145	6,185	6,199	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
S _{mojada} (m ²)	6,89	23,48	37,68	46,39	53,75	60,55	67,14	73,66	80,18	86,73	93,30	99,92	106,61	113,44	120,60	129,38	160,01	166,52	170,72	174,47
A _{WL} (m ²)	6,54	22,02	34,07	39,59	42,91	44,93	46,07	46,59	46,81	47,04	47,40	47,93	48,69	49,82	51,59	55,52	82,10	84,82	85,02	85,26
C _p	0,269	0,512	0,697	0,775	0,807	0,82	0,824	0,825	0,823	0,821	0,819	0,817	0,815	0,813	0,812	0,81	0,811	0,823	0,834	0,843
C _b	0,118	0,242	0,352	0,415	0,455	0,486	0,511	0,534	0,557	0,577	0,593	0,604	0,609	0,609	0,6	0,563	0,471	0,497	0,521	0,542
C _m	0,692	0,714	0,733	0,751	0,768	0,786	0,806	0,827	0,846	0,862	0,871	0,876	0,875	0,867	0,847	0,791	0,652	0,673	0,692	0,709
C _f	0,346	0,676	0,805	0,805	0,795	0,785	0,777	0,771	0,769	0,772	0,774	0,777	0,779	0,78	0,78	0,772	0,913	0,943	0,946	0,948
LCB (m)	3,97	1,79	0,23	-0,35	-0,63	-0,79	-0,89	-0,96	-1,01	-1,04	-1,06	-1,08	-1,09	-1,10	-1,11	-1,12	-1,11	-1,02	-0,93	-0,87
LCF (m)	3,18	0,24	-0,95	-1,14	-1,21	-1,25	-1,27	-1,28	-1,27	-1,25	-1,23	-1,22	-1,20	-1,19	-1,19	-1,22	-0,43	-0,19	-0,17	-0,15
KB (m)	0,041	0,08	0,126	0,18	0,236	0,293	0,35	0,405	0,461	0,515	0,57	0,625	0,68	0,735	0,792	0,85	0,927	1,011	1,09	1,165
KG (m)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
BMT (m)	113,4	55,72	31,10	20,10	14,62	11,36	9,18	7,64	6,50	5,66	5,01	4,50	4,08	3,75	3,46	3,23	3,06	2,78	2,52	2,31
BML (m)	69,96	128,44	94,60	61,35	44,55	34,58	28,01	23,40	20,05	17,57	15,70	14,27	13,15	12,30	11,70	11,55	17,70	17,68	16,12	14,85
GMT (m)	112,3	54,75	30,20	19,27	13,85	10,64	8,53	7,04	5,96	5,17	4,58	4,12	3,76	3,48	3,25	3,08	2,98	2,79	2,61	2,47
GML (m)	68,92	127,47	93,70	60,51	43,78	33,87	27,35	22,80	19,51	17,08	15,27	13,89	12,83	12,03	11,49	11,40	17,62	17,69	16,20	15,01
KMT (m)	113,4	55,80	31,22	20,28	14,86	11,65	9,53	8,05	6,96	6,17	5,58	5,12	4,76	4,48	4,25	4,08	3,98	3,79	3,61	3,47
KML (m)	70,00	128,52	94,72	61,53	44,79	34,88	28,36	23,80	20,51	18,09	16,27	14,89	13,83	13,04	12,49	12,40	18,63	18,70	17,21	16,01
TPcmI(t/cm)	0,07	0,23	0,35	0,41	0,44	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51	0,53	0,57	0,84	0,87	0,87	0,87
MT1cm(t·m)	0,012	0,152	0,315	0,371	0,403	0,423	0,434	0,441	0,445	0,449	0,455	0,463	0,474	0,489	0,51	0,551	0,946	1,061	1,074	1,09
RM at 1º=GMt. Disp.sin(1) kg·m	0,49	1,657	2,573	2,987	3,226	3,361	3,426	3,443	3,439	3,439	3,452	3,477	3,518	3,575	3,652	3,767	4,055	4,233	4,373	4,532

Tabla 3.3: Tabla hidrostática para un trimado de -0,25.

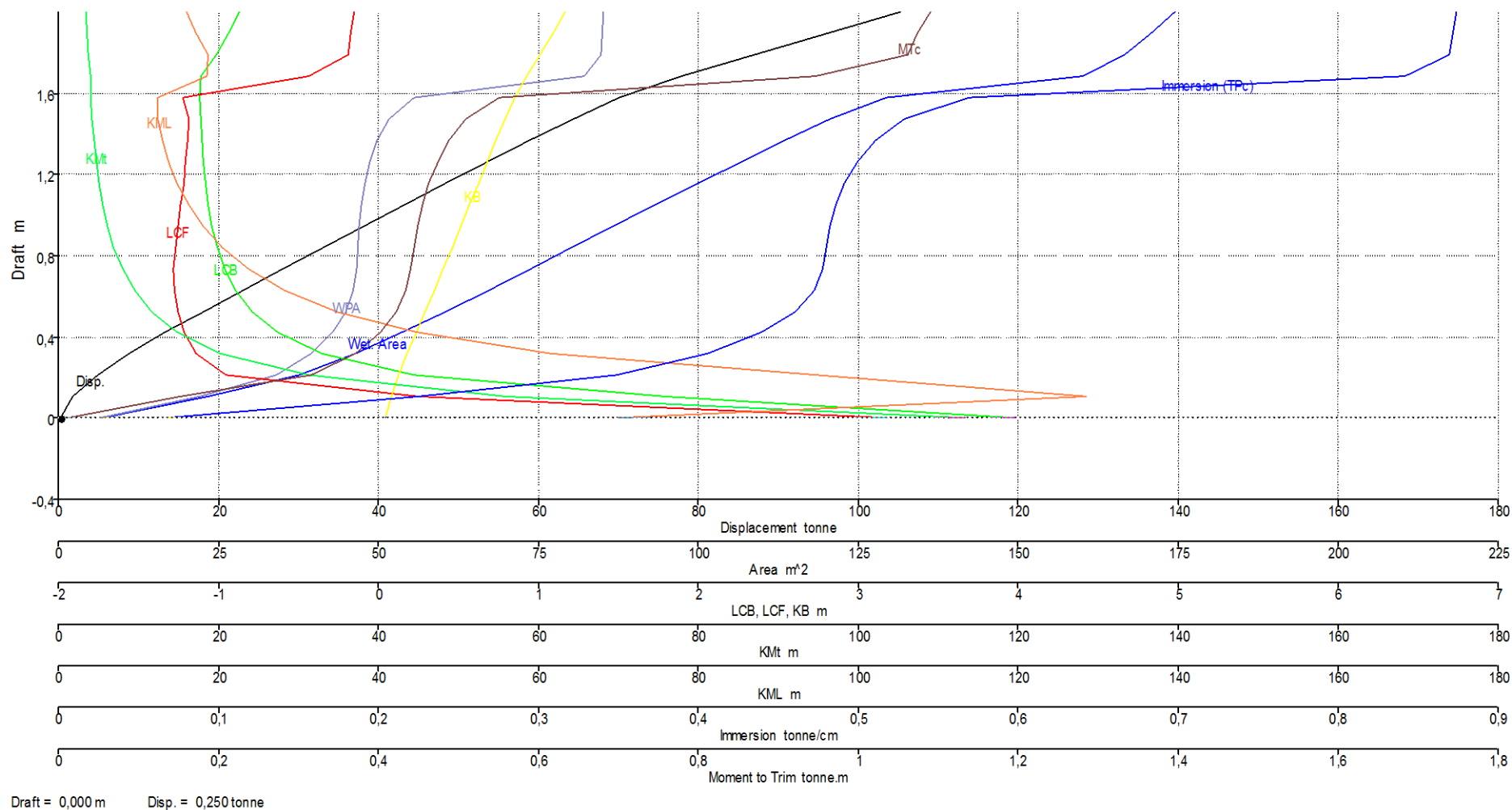


Figura 3.3: Curvas hidrostáticas para un trimado de -0,25.



5. Tabla y curvas de brazo KN

Cuando el ángulo de escora es grande, en torno a los 9º, el metacentro ya no está situado en crujía y no se puede emplear la teoría de estabilidad a pequeños ángulos basada en el concepto de altura metacéntrica (GM). No obstante, el razonamiento del par adrizante sigue siendo perfectamente válido.

$$\text{Par adrizante} = \Delta \cdot GZ$$

Para la estabilidad a grandes ángulos el parámetro indicativo utilizado es el GZ que recibe el nombre de brazo adrizante. El producto de este brazo por el desplazamiento se denomina momento adrizante.

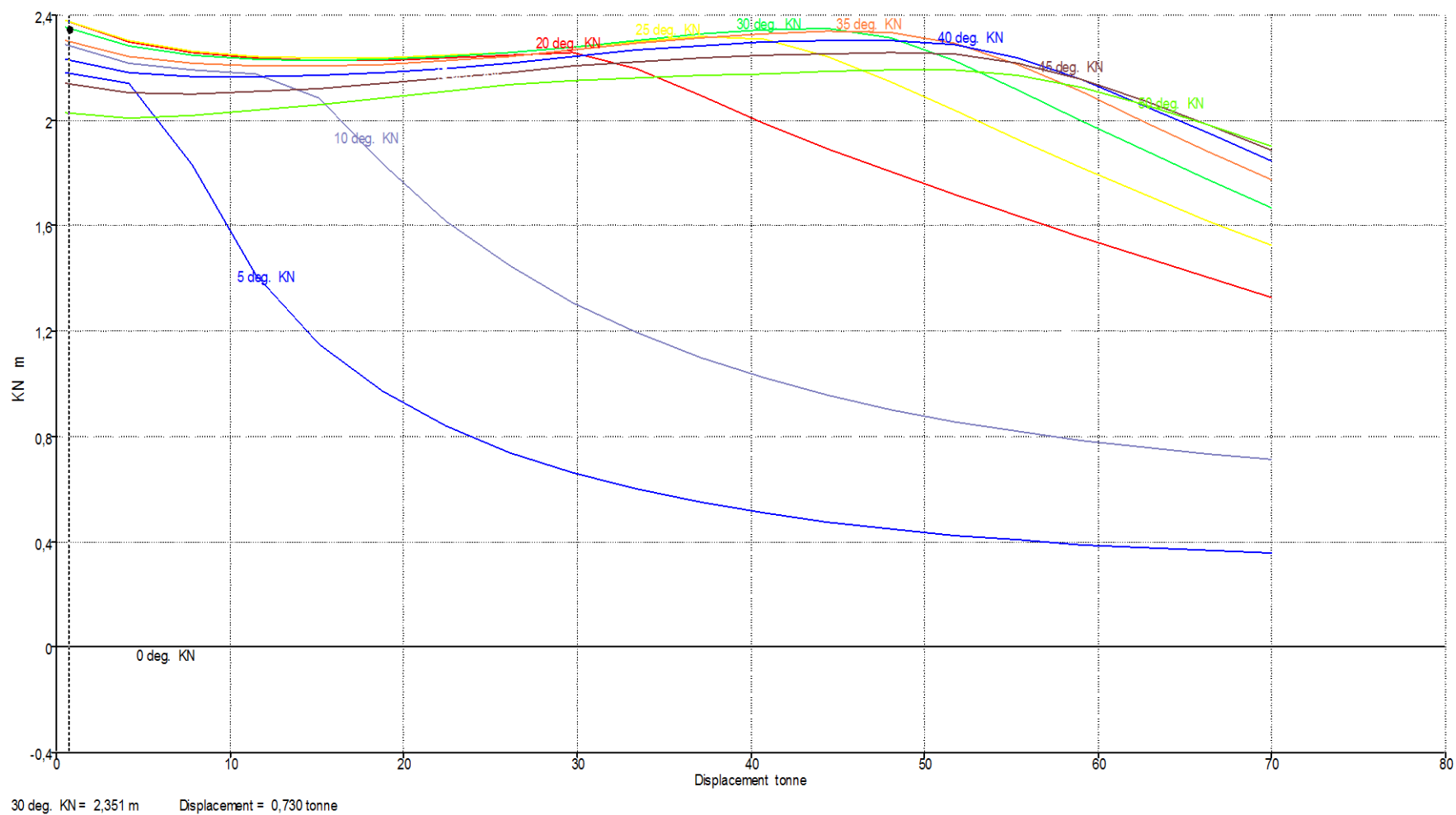
Hay varios métodos de cálculo de las curvas de brazos adrizantes: cuñas, Reech..., pero estos planteamientos exigen que para cada desplazamiento y situación de gravedad se tengan que hacer una serie de cálculos muy repetitivos. Para solventar el anterior problema, se calculan las curvas de estabilidad con un centro de gravedad ficticio y posteriormente se corrigen para un determinado centro de gravedad. El centro de gravedad ficticio elegido es la intersección del plano de crujía con la línea base y se suele denominar K. Para una gama de desplazamientos y ángulos se calculan los brazos, en este caso KN los cuales constituyen las denominadas curvas KN o carenas inclinadas. Una vez conocidas las curvas KN, para un determinado centro de gravedad, la expresión del brazo adrizante será:

$$GZ = KN - KG \cdot \text{sen}\theta$$

A continuación se muestra la tabla con los valores que va adquiriendo el KN en función del ángulo de escora y su representación gráfica o curvas KN.



Desplazamiento (t)	Ángulos de escora									
	5º	10º	15º	20º	25º	30º	35º	40º	45º	50º
0,5	2,184	2,286	2,351	2,381	2,382	2,356	2,306	2,233	2,14	2,03
4,158	2,143	2,216	2,268	2,296	2,301	2,282	2,242	2,182	2,103	2,01
7,816	1,83	2,191	2,234	2,259	2,263	2,249	2,217	2,166	2,101	2,021
11,47	1,413	2,177	2,216	2,238	2,244	2,233	2,206	2,164	2,108	2,04
15,13	1,151	2,085	2,208	2,23	2,236	2,228	2,206	2,17	2,121	2,062
18,79	0,971	1,834	2,207	2,229	2,237	2,232	2,213	2,181	2,138	2,086
22,45	0,84	1,62	2,191	2,236	2,246	2,242	2,226	2,198	2,159	2,112
26,11	0,741	1,448	2,048	2,247	2,259	2,258	2,244	2,219	2,183	2,134
29,76	0,663	1,309	1,893	2,259	2,277	2,278	2,266	2,243	2,205	2,15
33,42	0,601	1,195	1,754	2,198	2,297	2,302	2,292	2,266	2,222	2,161
37,08	0,551	1,101	1,633	2,094	2,319	2,327	2,315	2,284	2,235	2,169
40,74	0,51	1,023	1,528	1,99	2,309	2,344	2,331	2,298	2,247	2,178
44,39	0,476	0,958	1,439	1,893	2,243	2,351	2,338	2,305	2,255	2,186
48,05	0,449	0,903	1,362	1,805	2,146	2,312	2,334	2,305	2,257	2,192
51,71	0,426	0,857	1,295	1,722	2,039	2,227	2,293	2,29	2,25	2,19
55,37	0,406	0,818	1,238	1,639	1,93	2,117	2,211	2,236	2,218	2,172
59,03	0,39	0,785	1,189	1,559	1,822	2	2,108	2,154	2,155	2,125
62,68	0,376	0,757	1,147	1,48	1,719	1,885	1,996	2,056	2,075	2,061
66,34	0,365	0,734	1,106	1,404	1,62	1,775	1,883	1,951	1,983	1,985
70	0,355	0,715	1,064	1,33	1,525	1,67	1,775	1,846	1,887	1,9





Bibliografía

http://www.dcmsalorio.com/piagua_2/1.html

- Luis Pérez Rojas, apuntes de clase de la asignatura “Hidrostatica y estabilidad del buque”, curso 2.005-2.006

Cuaderno 4: Disposición general

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 4: Disposición general



Índice

1	Introducción	Página 2
2	Definición de la clara entre cuadernas	Página 2
3	Subdivisión del buque	Página 4
3.1	Pique de proa	Página 4
3.2	Pañol de proa	Página 4
3.3	Cubas	Página 4
3.4	Pañol de tanques	Página 4
3.5	Cámara de máquinas	Página 4
3.6	Superestructura	Página 5
4	Plano de disposición general	Página 5



Cuaderno 4: Disposición general

1. Introducción

En este cuaderno se detalla la disposición general del buque, teniendo en cuenta las características requeridas del mismo. Las funciones más importantes para las que se diseña este catamarán son: transporte de pienso a plataformas nodrizas de alimentación, cambio de redes en jaulas, trabajos de instalación y mantenimiento de líneas de fondeos, labores de despesque y transporte de alevines vivos.

El catamarán consta dos patines que alojan los motores a popa y todos los tanques necesarios. Sobre ellos se monta la cubierta principal sobre la que se instala una grúa que permita realizar las operaciones necesarias en la instalación, así como el puente de mando.

2. Definición de la clara entre cuadernas

En el planteamiento de la disposición general, lo primero es elegir una correcta clara de cuadernas. Para ello se debe tener en cuenta que va a ser un valor esencial en las medidas de referencia que se tomarán en los talleres al construir el buque, es decir, es una decisión que se corresponde con la Estrategia Constructiva propia del Astillero constructor.

También se debe intentar fijar de modo que el compartimentado cumpla lo más fácilmente posible los requisitos de espacio; dado que es usual que los mamparos divisorios de los distintos espacios coincidan con cuadernas de construcción.

Así, la clara o espaciado de cuadernas de construcción, se ha fijado en función del Reglamento de Bureau Veritas, sociedad de clasificación bajo cuyas normas se realizarán los distintos cálculos de este proyecto. Así, según lo dispuesto en las definiciones generales del capítulo 6, parte II, del Reglamento de Bureau Veritas (Diseño de la estructura del casco para buques de menos de 65 metros de eslora), el espaciado de cuadernas reglamentario viene definido por:

$$E = 0,48 + \frac{L}{100}$$



Siendo L la eslora al calado de escantillonado, que se define en el párrafo 3.022.11 del Reglamento de BV (capítulo 3), como la distancia, medida en el calado máximo de verano (que es el calado mínimo de escantillonado que podemos tomar, según lo dispuesto en 3.022.14 del Reglamento de BV), entre la roda y la caña del timón, siempre que esta distancia no sea menor del 96% de la eslora total del buque al anterior calado, ni es necesario que sea mayor del 97% de esta última eslora. Tomaremos como calado de escantillonado el puntal a la cubierta de francobordo (en este caso la cubierta principal) menos 50 mm, ya que según el Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966, el francobordo mínimo es de 50 mm medido desde la cubierta de francobordo.

De este modo, nuestro calado de escantillonado es:

$$T_{\text{escantillonado}} = P - 0,05 = 1,88m - 0,05m = 1,83m$$

La eslora de escantillonado será el 96% de la eslora:

$$L_{\text{escantillonado}} = 96\%(L) = 0,96 \cdot 15,02m = 14,42m$$

Entonces, la clara de cuadernas reglamentaria será:

$$E_0 = 0,48 + \frac{14,42}{100} = 0,516m$$

Se tomará un valor final de clara entre cuadernas de medio metro.

$$E = 0,5m$$



3. Subdivisión del buque

La embarcación está formada por una cubierta principal, con una superestructura a popa, donde se ubica el puente de mando. La cubierta se extiende por encima de la unión de los dos cascos y es conveniente disponer de la mayor superficie diáfana que sea posible por lo que se ha optado por situar la grúa en un lateral de la misma.

Por la especial configuración del catamarán, con dos cascos simétricos, la mayoría de los espacios y de los tanques serán simétricos respecto crujía. Por este motivo, se describirán agrupados, sin distinguir entre los de babor o estribor. Comenzando desde la popa:

La embarcación contará con la siguiente compartimentación:

3.1. Pique de proa

Situado a proa del mamparo de colisión, estará destinado a aislar dicha zona del resto del casco para casos de averías causadas por colisión y estará relleno de espuma de poliuretano rígida, expandido "in situ".

3.2 Pañol de proa

A popa del mamparo de colisión se dispondrá un pañol

3.3 Cubas

Entre el pañol y el tanque de combustible se situarán dos cubas en cada casco con una capacidad total cercana a 20 m³, aisladas con espuma de poliuretano rígida y con escotillas de acceso de 1.000 x 1.000 mm.

3.4 Pañol de tanques

A popa de las cubas se sitúan los tanques de combustible y lastre, ambos con una capacidad en torno a los 2.000 litros. Los tanques de combustible deberán ser fabricados con resinas especiales para la resistencia química frente al gasoil.

3.5 Cámara de máquinas

A popa de los tanques se instalará la cámara de máquinas con los siguientes equipos:

Todo el interior de la cámara de máquinas irá recubierto con una capa de Gel Coat isoftálico ignífugo.

Los conductos de aireación y ventilación tendrán las salidas por encima de la cubierta principal. La cámara de máquinas tendrá acceso, mediante escotilla estanca desde la cubierta principal. En la parte de popa de la cámara de máquinas, bajo cubierta, se instalará el mecanismo de gobierno.



A continuación se incluye un esquema de la subdivisión antes descritas:

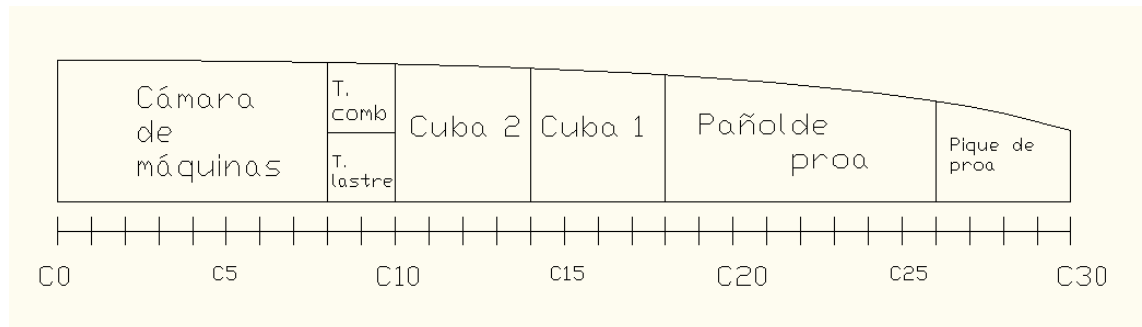


Figura 4.1: Disposición de espacios en el patín.

3.6 superestructura

En popa se habilitará un castillo donde se acomodará el puente de mandos y la habitación.

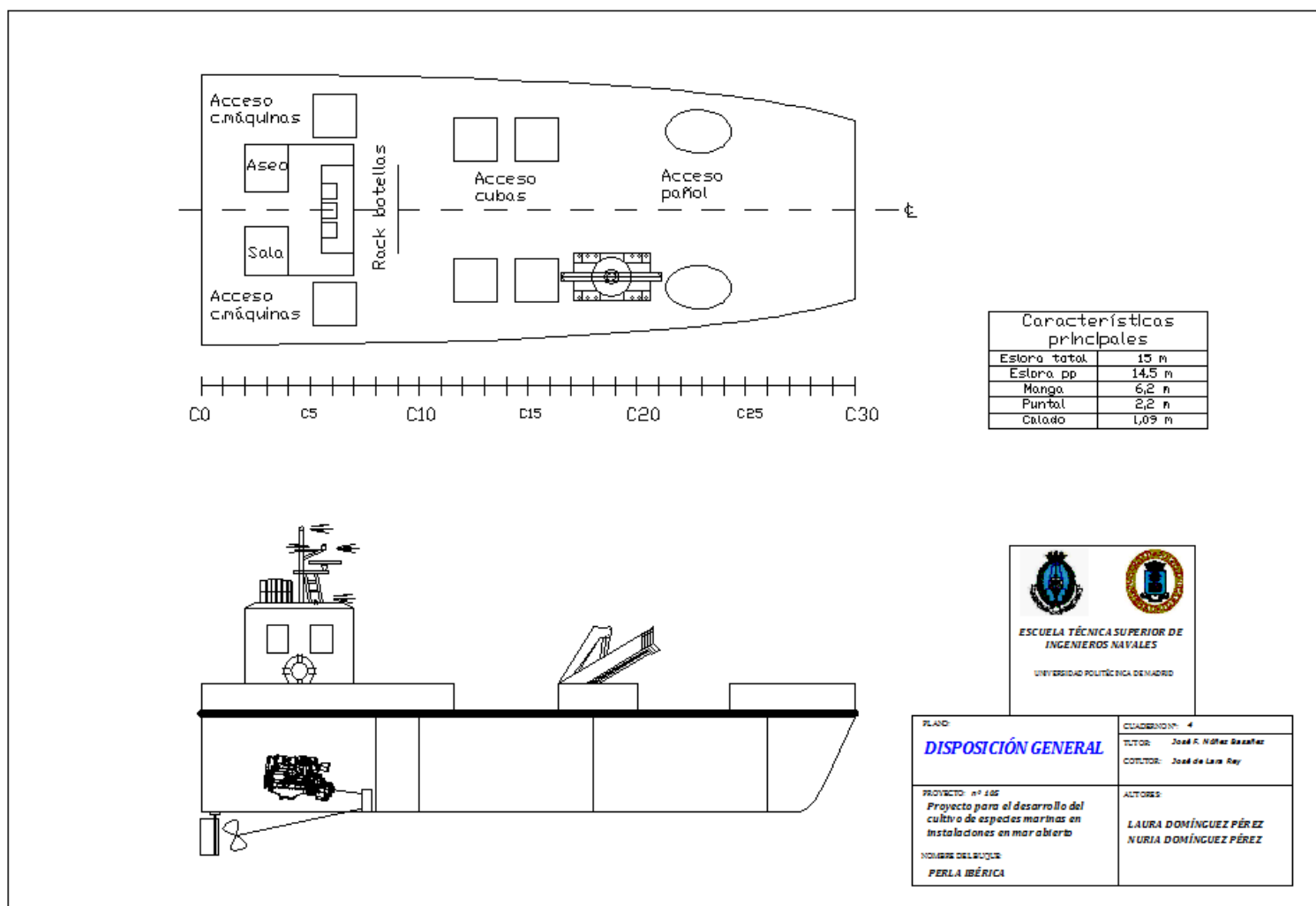
Como se explicó anteriormente la habitación constará de un aseo con vestuario en babor y una pequeña sala comedor en estribos.

El puente de mandos dispondrá de dos ventanales fijos y uno deslizante en proa y dos ventanas deslizables en babor y estribor. Todas las ventanas estarán construidas con aluminio anodizado y cristales de seguridad. En el interior del puente se construirá un amplio salpicadero en proa donde se instalarán los equipos de gobierno, mandos del motor, etc.

Sobre el techo de esta caseta, se colocarán los mástiles y los palos que sujetan las luces reglamentarias, el radar y el equipo de telecomunicaciones.

4. Plano de disposición general

A continuación se adjunta el plano de disposición general del buque.





Bibliografía

http://www.dcmsalorio.com/piagua_2/1.html

- Enrique Javier Carrillo Gómez, “Proyecto, construcción y pruebas de un catamarán especial para el servicio de piscifactorías”.

**Cuaderno 5:
Estructura y
escantillonado**

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 5: Estructura y escantillonado



Índice

1	Introducción	Página 2
2	Casco	Página 2
2.1	Generalidades	Página 2
2.2	Refuerzos	Página 3
2.3	Cubierta	Página 5
3	Habilitación	Página 6
4	Accesorios y herrajes	Página 7
4.1	Pasamanos	Página 7
4.2	Regala	Página 7
4.3	Cintón de defensa	Página 7
4.4	Defensa de costado	Página 7
4.5	Rack para botellas de aire comprimido	Página 7
5	Plano de la cuaderna maestra	Página 7



Cuaderno 5: Estructura y escantillonado

1. Introducción

En este cuaderno se describe la estructura de la embarcación, los elementos que la componen y el tipo de refuerzos que deberá disponer. Tanto las formas como la disposición general ya han sido determinadas en cuadernillos anteriores por lo que se intentará que todos los refuerzos que vayan a disponerse en el buque interfieran lo menos posible en la disposición general para que la operatividad del buque sea la mejor posible.

2. Casco

2.1 Generalidades

El casco será del tipo Catamarán y estará construido íntegramente en resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio, cuyo estratificado está compuesto por tres laminados. El primero, de protección contra el contacto con el mar y el ambiente salino, está realizado con gelcoats y resina isoftálica de alta resistencia a estos medios. El segundo, de refuerzo, está realizado con resina ortoftálica. El tercero, de acabado, es igual que el primero pero los gelcoats empleados son, además:

- ✓ Ignífugos en cámara de máquinas.
- ✓ Para productos alimentarios, en las cubas.
- ✓ De resistencia química en el pañol de tanques.

La cubierta mojada se apoya en los baos principales, que forman los pórticos y en otros intermedios, que transmiten a la estructura todos los esfuerzos producidos por el embate de las olas sobre ella, así como la fatiga por flexión producida durante la navegación.

La cubierta principal se encuentra conectada a la estructura mencionada y está formada por un sándwich de tablero contrachapado fenólico, entre dos estratificados de PRFV. El espacio entre ésta cubierta y la cubierta mojada está relleno de espuma de poliuretano rígido expandido "in situ". Este relleno se extiende a toda la cubierta, excepto en la zona de escotillas.

Este relleno, junto con el aislamiento de las bodegas y la estanqueidad de los compartimentos, confieren a la embarcación una reserva de flotabilidad en cualquier caso de inundación por avería.



La superestructura está construida con un sándwich de nido de abeja entre dos estratificados de PRFV, que le confieren una alta resistencia con un mínimo peso.

Para determinar los espesores del forro se utilizarán las recomendaciones realizadas por la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, las cuales indican que los espesores no deben ser inferiores a los indicados a continuación:

- ✓ Para paneles de fondo y pantoque: $1,5 \cdot (L + 10)^{1/2}$
- ✓ Para paneles de costado: $1,25 \cdot (L + 10)^{1/2}$

En este caso:

$$e_{f,p} \geq 1,5 \cdot (15,04 + 10)^{1/2} = 7,5mm$$

$$e_c \geq 1,25 \cdot (15,04 + 10)^{1/2} = 6,3mm$$

A partir de estos valores se toma la decisión de poner un espesor igual para fondo, pantoque y costado de 10 mm.

$e_f = 10 \text{ mm}$
$e_p = 10 \text{ mm}$
$e_c = 10 \text{ mm}$

2.2 Refuerzos

Para determinar el tipo y número de refuerzos que se dispondrán en la embarcación, se consultaron las recomendaciones realizadas por las Sociedades de Clasificación. En este sentido son bastante coincidentes todas ellas presentando pocas variaciones por lo que este estudio se basará principalmente en las realizadas por el American Bureau of Shipping por considerarlas más claras en la hora de su descripción pero se comprobará que también serían aplicables otras como las del Bureau Veritas.

Dentro de las consideraciones previas a tener en cuenta están las siguientes:

- Se colocarán longitudinales de fondo cuando la manga entre las partes inferiores del pantoque sea igual o superior a 2,44 m.
- Los longitudinales de costado se colocarán cuando el puntal, desde la parte superior del pantoque sea mayor a 2,44 m.
- Se deberán colocar esloras o puntales para soportar la cubierta.

En este proyecto la embarcación estudiada es un catamarán formado por dos cascos laterales simétricos y una parte central de unión. La manga total del buque de acuerdo al



dimensionamiento realizado en el cuaderno anterior es de 6,2 m dividida de la siguiente forma: manga de los cascos laterales 2,1 m cada uno y manga de la parte central de 2 m.

Con estas consideraciones consideramos los cascos laterales como iguales pero independientes a la hora de realizar la definición de los refuerzos. Por tanto nos encontramos con un casco de 2,1 m de manga, 2,2 m de puntal y 15 m de eslora.

Para la aplicación a esta embarcación se ha elegido una estructura longitudinal basada en la combinación de 2 longitudinales, uno a cada banda, de forma que la distancia entre cada uno y el longitudinal central sea inferior a 2,44 m. Estos longitudinales estarán apoyados en mamparos transversales o bulárcamas espaciadas 2 m cerrando el anillo por el fondo con varengas reforzadas y por baos reforzados en la parte de la cubierta.

Entre anillos reforzados se intercalan otros separados un metro formados por cuadernas, varengas simples y baos. Además deben incluirse las cuadernas intercaladas entre ellos con una distancia entre sí de 0,5m.

La cubierta está soportada por un entramado de baos (reforzados o no) y esloras. Los baos reforzados o la parte superior de los mamparos transversales sirven de apoyo a dos esloras (una a cada banda) y separadas un metro entre sí.

Todos los elementos longitudinales de la estructura se prolongan lo más a proa y popa que sea posible.

Los longitudinales se laminarán en “z” y se adoptará un tipo de refuerzo en Ω , semejante al que se muestra en la figura y con los siguientes valores:

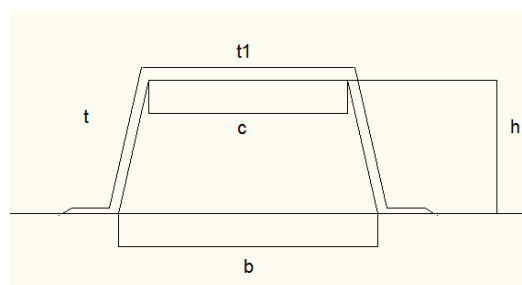


Figura 3.1: Refuerzo tipo Ω .

$b=190$ mm; $c=180$ mm; $h=120$ mm; $t_1=11,4$ mm; $t=5,7$ mm.

Para las bulárcamas se utilizará el mismo refuerzo que para los longitudinales y así facilitar, entre otras cosas, la ligazón entre éstos y las cabezas de las bulárcamas.



Las cuadernas de fondo y costado también serán laminadas en “z” y adoptarán un tipo de refuerzo en Ω , en este caso los valores son los siguientes:

$b=135$ mm, $c=115$ mm, $h=120$ mm, $t_1=11,4$ mm, $t=5,7$ mm.

Los baos y esloras del buque, tendrán la misma estructura que los demás elementos de refuerzo, es decir, serán laminados en “z” y se adoptará un refuerzo en con los siguientes valores:

$b=190$ mm, $c=180$ mm, $h=120$ mm, $t_1=11,4$ mm, $t=5,7$ mm.

El buque contará además con los siguientes mamparos transversales:

- 1 Mamparo de separación, Pique proa/Pañol.
- 1 Mamparo de separación, Pañol/Cuba de proa.
- 1 Mamparo de separación, Cuba de proa/Cuba de popa.
- 1 Mamparo de separación, Cuba de popa/Pañol de tanques.
- 1 Mamparo de separación, Pañol de tanques/ Cámara de máquinas.
- 1 Mamparo de separación, Cámara de Máquinas/Pique de popa.

2.3 Cubierta

Estará construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio, al igual que el casco, y podrá considerarse, a efectos de resistencia, como de tipo corrido. La cubierta será moldeada en pieza única y estará construida en forma de sandwich, con un núcleo de tablero de contrachapado marino de al menos 12 mm de espesor entre dos estratificados de poliéster-fibra de vidrio, de 8 mm de espesor el superior y 2 mm de espesor el inferior.

La cubierta estará soportada por el conjunto de baos (reforzados o no) o los mamparos transversales y por las dos esloras colocadas a un metro de distancia entre sí.

La parte inferior de la estructura de la cubierta se cerrará con paneles de poliéster de 6 mm de espesor, rigidizados con un refuerzo de nido de abeja de 10 mm de espesor.

El espacio entre la cubierta y este cerramiento se rellenará por colada con espuma de poliuretano rígida de baja densidad (35 kg/m³).



3. Habilitación

La superestructura está construida con un sándwich de nido de abeja entre dos estratificados de PRFV, que le confieren una alta resistencia con un mínimo peso e irá equipada con ventanas y accesos de aluminio y cristal de seguridad.

La habilitación necesaria es mínima ya que el buque sólo tendrá que desplazarse desde el puerto a la instalación situada a una milla y media. Por este motivo se cree suficiente con disponer un aseo con vestuario en una banda y un pequeño comedor en la otra.



4. Accesorios y herrajes

4.1. Pasamanos

Se dispondrán los pasamanos necesarios tanto en la parte exterior, como en la interior. Todos ellos, los pasamanos interiores y los exteriores, serán de acero inoxidable.

4.2. Regala

La regala cubre la zona de proa del buque extendiéndose hasta la cuaderna 24 aproximadamente, después continúa más a popa entre las cuadernas 20 y 16. El último tramo abarca toda la zona de popa partiendo en la cuaderna 11.

4.3. Cintón de defensa

A la altura de la cubierta se coloca un cinturón de goma en ambas bandas, empernado al casco con pletina y tornillos de acero inoxidable para evitar golpes en el casco.

4.4. Defensa de costado

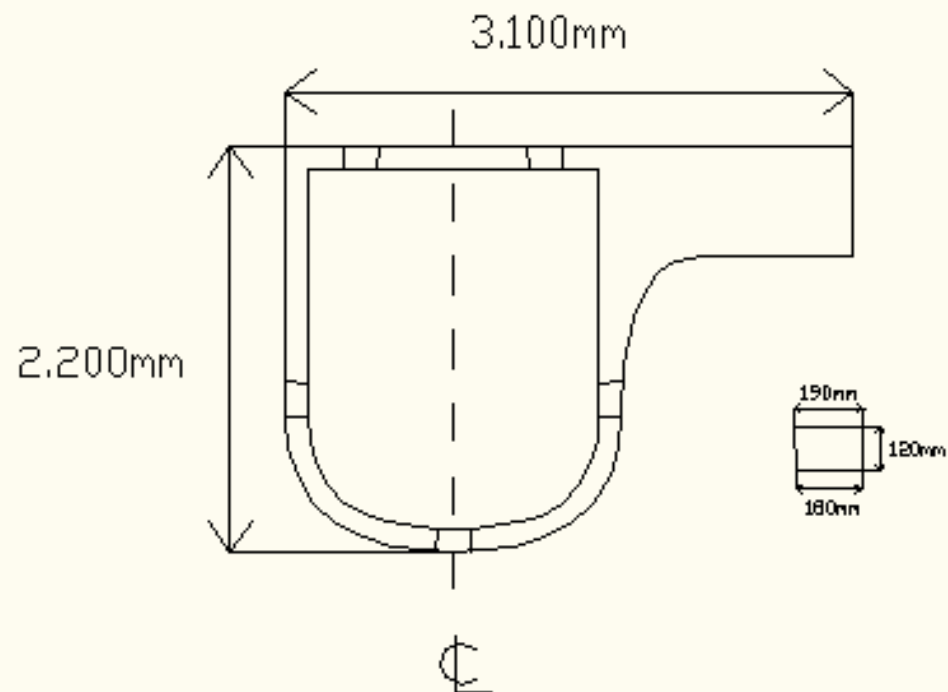
En ambos costados se montará un tubo de acero inoxidable para protección del casco contra las rozaduras en la vertical de las maquinillas.

4.5. Rack para botellas de aire comprimido

En la zona de popa, se instala, así mismo, un soporte para cinco botellas de aire comprimido para los buceadores, construido con tubo de acero inoxidable.

5 Plano de la cuaderna maestra

A continuación se incluye el plano de la cuaderna maestra.





Bibliografía

http://www.dcmsalorio.com/piagua_2/1.html

- Enrique Javier Carrillo Gómez, “Proyecto, construcción y pruebas de un catamarán especial para el servicio de piscifactorías”.

Cuaderno 6: Sistemas y equipos

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto



Laura Domínguez Pérez

Nuria Domínguez Pérez

Cuaderno 6: Sistemas y equipos



Índice

1. Introducción	Página 2
2. Equipo propulsor	Página 2
3. Sistema de gobierno	Página 6
4. Equipo de navegación y comunicaciones	Página 7
5. Equipo de amarre y fondeo	Página 8
6. Equipo contra incendios	Página 9
7. Material náutico	Página 10
8. Equipo de salvamento	Página 11
9. Bombas y equipo de cubierta	Página 12



Cuaderno 6: Sistemas y equipos

1 Introducción

Este cuaderno incluye una descripción de todos los equipos que instala a bordo el catamarán auxiliar, así como los servicios fundamentales habituales en una embarcación de estas características: equipo de amarre y fondeo, propulsión, equipos de navegación etc.

No se incluyen en este cuaderno los equipos propios de una instalación acuícola, que aunque no forman parte del barco se incorporan a bordo para realizar determinadas operaciones. Estos equipos son descritos en el cuaderno 11, “Equipos y servicios” correspondiente a la instalación flotante.

2 Equipo propulsor

Se instalarán dos motores diesel de la marca Sole Diesel modelo SDZ-280, del fabricante Deutz. Es un motor de 6 cilindros en línea turboalimentado. Cada motor desarrolla una potencia continua de 239 CV (175,9 kW) con un máximo de revoluciones de 2.300 r.p.m. provisto de un reductor inversor hidráulico con una relación 2,09:1 – 2,82:1. El peso del motor con inversor es de 932 kg.

La refrigeración del motor se realiza por agua dulce en circuito cerrado, la cual se enfría por agua de mar, a través de un intercambiador.

A continuación se adjuntas las especificaciones técnicas del motor escogido.

Base	DEUTZ
Tipo	Diésel, 4 tiempos
Nº cilindros	6 en línea
Sistema de aspiración	Turbo alimentador e intercooler
Diámetro x carrera (mm)	108 x 130
Cilindrada total (cc)	7.150
Relación de compresión	17,5:1
Potencia intermitente (según ISO 3046/1)	272 CV (200 kW)
Potencia continua	239 CV (175,9 kW)
Sistema de inyección	Directa
Alternador	24 V – 55 A
Ángulo máximo de trabajo	10º



Diámetro interior manguera agua salada	38 mm
Diámetro interior manguera aspiración gasoil	12 mm
Diámetro interior manguera retorno gasoil	12 mm
Certificaciones	EU RCD

Tabla 6.1: Tabla de características generales

El motor incluye de serie:

- Bomba de extracción de aceite
- Alargo de cableado eléctrico de 4m.
- Manual del propietario y despiece.
- Panel de instrumentos con: cuenta revoluciones, cuenta horas, testigo de carga de batería, termómetro, alarmas acústicas y visuales de alta temperatura de refrigerante y de baja presión de aceite, voltímetro y manómetro de aceite.



Figura 6.1: Panel de instrumentos.

Además como equipamiento opcional:

- Instalación doble cuadro de instrumentos
- Doble alternador.
- Sistema eléctrico bipolar.
- Sistema escape seco
- Suspensión elástica.
- Refrigerador por quilla.
- Eje o polea toma de fuerza 4A o 4B.
- Toma de calentador.
- Grupo propulsor: Hélice, eje, bocina.
- Filtros de agua y gasoil.
- Mangueras de agua, escape y gasoil.

Por último se incluye el plano del motor escogido:

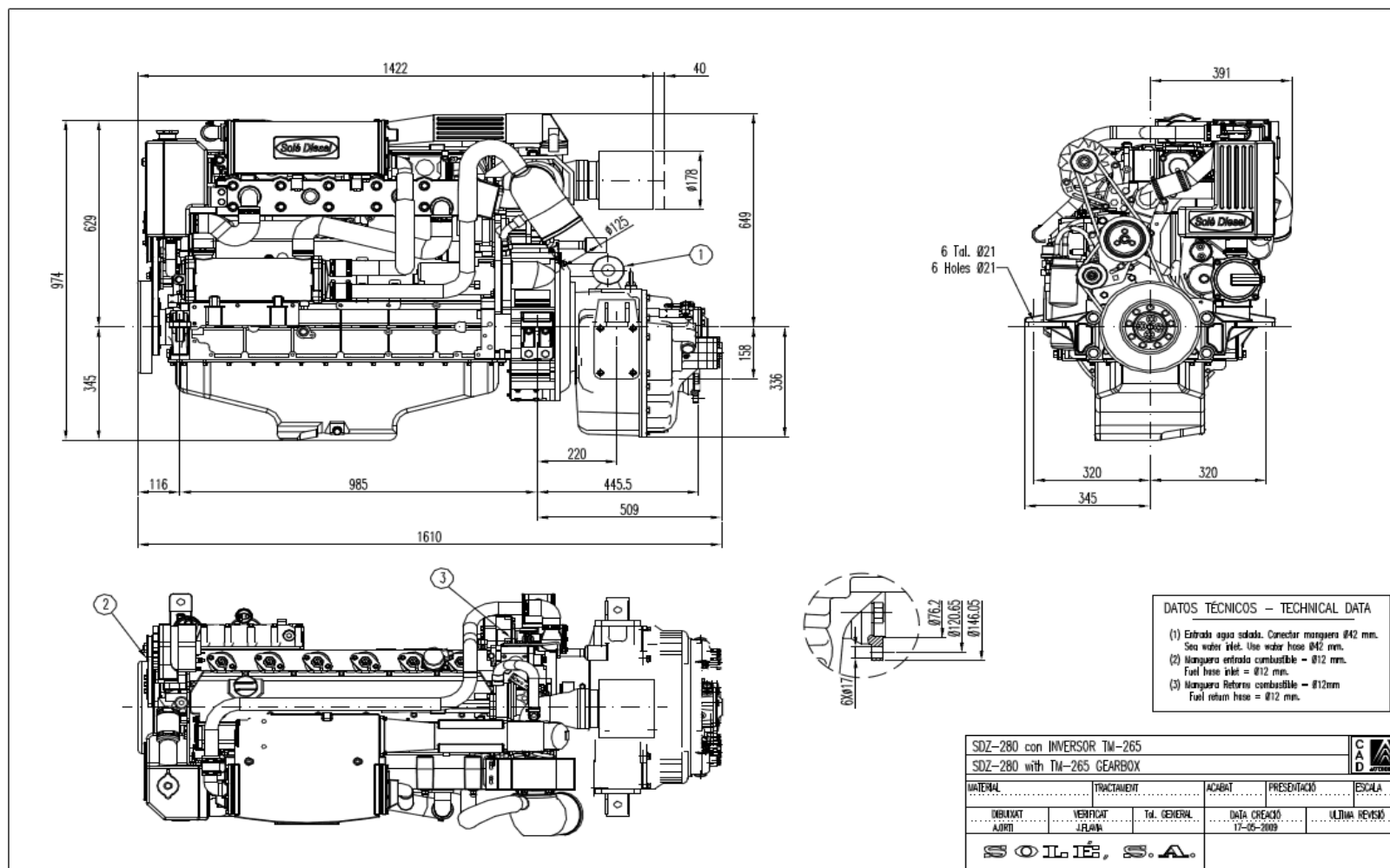


Figura 6.2: Plano del motor principal.



La unión entre el motor y la reductora se realizará a través de un acoplamiento elástico que absorberá las vibraciones producidas en el motor, disminuyendo la transmisión de dichas vibraciones al resto del sistema, con lo que se protege al sistema de la posibilidad de que éste vibre según alguno de los armónicos o vibraciones propias, produciéndose el fenómeno de resonancia.

De la reductora se pasa al mangón de acoplamiento y de aquí al eje de cola, también llamado eje portahélices, hasta llegar a la bocina. El extremo de popa del eje de cola aloja el núcleo de la hélice.

Se utilizará como material en la línea de ejes y la bocina acero inoxidable AISI 316, ya que así no se necesita montar camisa de protección contra la corrosión en el eje portahélices. Esta solución es viable en este tipo de buques debido a que la longitud de la línea de ejes es relativamente pequeña por lo que no se encarece excesivamente y existe un ahorro considerable en el mantenimiento del eje.

La elección de la hélice se basa en las recomendaciones realizadas por el fabricante del motor. La hélice estará fabricada en bronce al manganeso y contará con cuatro palas, tendrá un diámetro de 68,58cm (27 pulgadas) y un paso de 58,42cm (23 pulgadas).



3 Sistema de gobierno

El buque dispondrá de un sistema de gobierno de doble accionamiento hidráulico, que actuará indistintamente sobre cualquiera de los timones. Además dispondrá de una maniobra manual y caña de emergencia.

El sistema de gobierno estará formado por los siguientes equipos:

- Rueda de gobierno: será del tipo tradicional, en acero inoxidable.
- Maquinilla de transmisión: la maniobra será hidráulica, e irá accionada por ambos motores y manualmente.
- Transmisión: será del tipo hidráulico.
- Timón: será de acero inoxidable del tipo semicompensado, e irá provisto con caña de emergencia.

El puente de gobierno y la derrota irán instalados en la caseta del puente.

En el frente del puente de gobierno se montará un pupitre de navegación en el que se instalarán:

- Giroscópica
- Piloto automático
- Mando del servomotor
- Telégrafo de máquinas
- Teléfono autogenerado
- Pulsador de accionamiento de los timbres generales de alarma
- Pulsador de accionamiento de la sirena

Además se instalarán los siguientes muebles con forro de madera de barnizada:

- Armarios para banderas
- Dos cajones para prismáticos
- Mesa abatible
- Una butaca giratoria
- Mesa de derrota con cajones
- Taburete o silla alta
- Estanterías para libros

Se instalarán también los soportes, etc., necesarios para la fijación de los aparatos radioeléctricos.



4. Equipo de navegación y comunicaciones

El buque dispone del siguiente equipo:

- Sonda color FURUNO de 500 Br.
- Equipo radioteléfono SAILOR VHF 25 W.
- Equipo radioteléfono BLU de 150 W.
- Radar FURUNO 1932 MKII con ARPA de 48 millas.
- GPS:/Plotter FURUNO 6.5".
- Secráfono SAILOR conexión BLU/VHF.
- Radio 27 Mhz.
- Inmarsat MINI-C-NERA.
- Piloto automático SIMRAD AP-35.

La embarcación lleva instaladas en el palo sobre la caseta de gobierno las luces de navegación reglamentarias: Una luz de tope a proa con una visibilidad de al menos 3 millas, luces de costado y una luz de alcance ambas con una visibilidad de dos millas.



5. Equipo de amarre y fondeo

Para permitir las maniobras de amarre, se ha situado a proa sobre la cubierta bitas de amarre en ambos costados, guía cabos para el paso de los amarres y sus correspondientes renvíos. Las bitas y guía cabos serán de acero inoxidable.

En popa se han situado bitas de amarre en ambos costados y los guía cabos correspondientes.

Las cubiertas irán reforzadas convenientemente en los lugares donde se coloquen estos accesorios.

En la base de la grúa llevará un gancho de remolque de acero, y un San Lorenzo de acero inoxidable en popa.

Por su parte el equipo de fondeo se compone de los siguientes elementos:

- 2 Anclas de 90 kg.
- 25 m de cadena de 12 mm.
- 100 m de estacha de nylon de 25 mm de diámetro.
- 1 Molinete hidráulico de 3 HP, con tambores para cabo y cadena. Estará situada sobre la cubierta en la parte de proa.
- Roldana de proa



6 Equipo contra incendios

El buque está dotado con el equipo contraincendios necesario para cumplir todos los reglamentos vigentes en cuanto a este concepto, y está compuesto por:

- Sistema fijo de detección de incendios: Deberá cubrir el puente de mando y la cámara de máquinas. Se dispondrán dos elementos de detección: un activador manual situado cerca de las salidas de forma que se facilite la huida de la persona que lo active y detectores automáticos de tipo térmico.
- 2 Bombas de achique y C.I. accionadas manualmente.
- 3 Mangueras con boquilla difusora: una de ellas estará situada en cubierta y las otras dos en las cámaras de máquinas.
- 1 Extintor de polvo seco de 9 kg en cada un de las cámaras de máquinas.
- 2 Equipos de extinción mediante CO₂ en las cámaras de máquinas con accionamiento manual desde el exterior. Se dispondrá tanto de una alarma acústica como visual de aviso de entrada en funcionamiento del sistema de extinción mediante gas inerte. Esta alarma entrará en funcionamiento antes de comenzar a expulsar CO₂, durante el tiempo suficiente como para que la tripulación que está en cámara de máquinas pueda salir de ésta. Todas las conducciones del sistema de extinción mediante gas inerte se protegerán adecuadamente contra la corrosión.
- 1 Extintor de CO₂ de 5 kg situado en el puente.
- 3 Baldes C.I., dos de ellos con rabiza
- Equipo de bombero: formado por la indumentaria de protección, botas y guantes, casco, hacha, linterna y aparato respiratorio.



7 Material náutico

- 1 Compás homologado de rosa real 125 mm con alidada azimutal.
- 1 Reloj de bitácora.
- 1 Barómetro.
- 1 Termómetro.
- 1 Barógrafo.
- 1 Megáfono.
- Kits de cartografía.
- 2 Prismáticos nocturnos de 7x50.
- 2 Prismáticos diurnos de 6 x 30 ó 8 x 30.
- 1 Colección de cartas náuticas, derroteros y cuadernos de faros, del I.H. de la Marina de los mares en que navega el buque.
- 1 Bocina manual de niebla a presión.
- 1 Campana de peso mayor de 5 kg.
- 1 Ejemplar de la publicación reglamentaria del Código Internacional de Señales y un juego de banderas del tamaño nº 3 (0,914 x 0,762 m).
- 1 Juego de luces de navegación y señalización de acuerdo con el Reglamento Internacional para Prevenir Abordajes en el Mar.
- 2 Luces supletorias con baterías y lámparas de repuesto.



8 Equipo de salvamento

El buque cuenta con el siguiente equipo de salvamento:

- 5 chalecos salvavidas.
- 2 aros salvavidas. Uno de ellos contará con rabiza flotante de una longitud no inferior a 30 m, el otro llevará artefacto luminoso e incorporará además un dispositivo de señal flumígena.
- Un aparato lanzacabos estibado en el puente de mando.
- Bengalas para señales de socorro: deberá llevar 12 cohetes lanza bengalas con paracaídas estibadas en el puente de navegación o cerca.
- Respondedor de radar: 2 en total situados uno a cada banda.
- Aparato radiotelefónico bidireccional de ondas métricas: Incorporará 3 aparatos portátiles.
- Botiquín de primeros auxilios
- Tabla de señales.
- 1 Balsas salvavidas para el 100% de las personas a bordo.



9 Bombas y equipo de cubierta

- 2 Bombas de achique y C.I.
- 1 Bomba hidráulica para el sistema de gobierno, acoplada a cada motor.
- 1 Bomba centrífuga de baldeo, de 80 m³/h.
- 1 Bomba hidráulica para dar servicio a la grúa de cubierta.
- 1 bomba electrohidráulica de emergencia.
- 1 Bomba electrohidráulica, para abastecer al molinete de anclas.
- 2 Bombas eléctricas sumergibles, para el achique de los pañoles de tanques.

La embarcación dispondrá del siguiente equipo de cubierta:

- 2 Bitas de amarre en proa.
- 2 Bitas de amarre en popa.
- 4 Gateras en proa.
- 4 Gateras en popa.
- 1 serreta a cada banda, en las amuradas.
- 1 Gancho de remolque para 10 t, con guía San Lorenzo, en la amurada de popa

Todo este equipo está fabricado en acero inoxidable.

Además es necesario instalar una grúa auxiliar en cubierta que sirva de apoyo a algunas de las operaciones que deben realizarse desde el catamarán: despesque, cambio de redes etc.

Se instalará una grúa hidráulica marca HIAB modelo XS055 HIDUO. Los datos técnicos de la grúa son los siguientes:

Capacidad de elevación	43
Alcance, extensión hidráulica (m)	11,3
Alcance/ Capacidad de elevación (m/kg)	3,1/1.560 4,1/1.200 5,6/820 7,3/580 9,3/430 11,2/350
Ángulo de giro	410
Altura en posición de plegado (mm)	1.900
Anchura en posición de plegado (mm)	2.170
Espacio de instalación necesario (mm)	650
Peso de grúa modelo estándar (kg)	950
Peso equipo de estabilizadores (kg)	105-160

Tabla 6.2: Características técnicas de la grúa auxiliar.

Debido al ambiente corrosivo en el cual desarrollan su trabajo, estas grúas disponen de una estructura granallada, metalizada y pintada, y componentes especiales los cuales aportan unas condiciones de acabado anticorrosivo especial que aumenta la vida útil del equipo.

A continuación se incluye el plano de la grúa escogida.

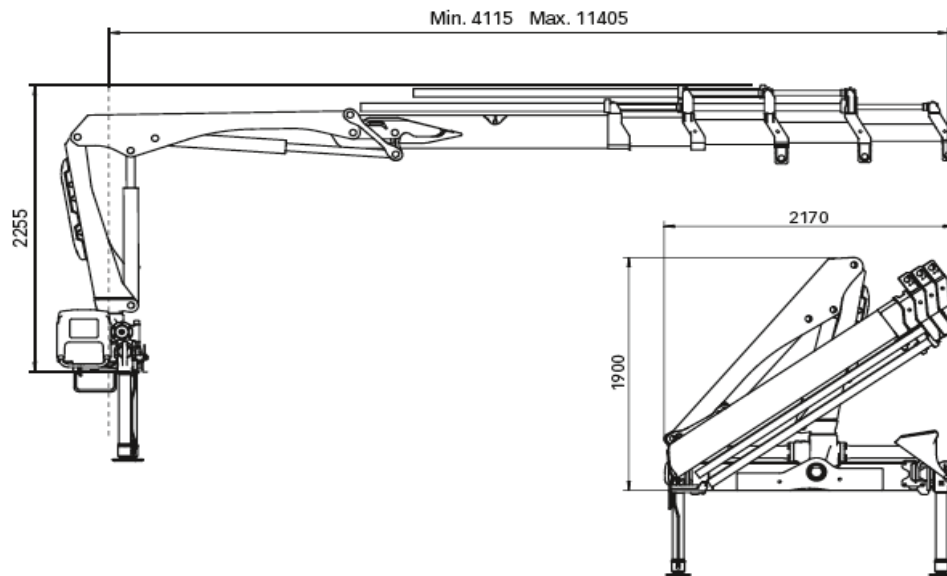


Figura 6.3: Plano de la grúa.



Bibliografía

http://www.solediesel.com/images/SOLE_cataleg_ES.pdf

<http://www.solediesel.com/index.php/es/motores.html?view=motor&key=SD28>

- Organización marítima internacional OMI, “Directrices de aplicación voluntaria para el proyecto, la construcción y el equipo de buques pesqueros pequeños”, 2005.
- Enrique Javier Carrillo Gómez, “*Proyecto, construcción y pruebas de un catamarán especial para el servicio de piscifactorías*”.

Cuaderno 7: Planta eléctrica

Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto.



Laura Domínguez Pérez
Nuria Domínguez Pérez
Cuaderno 7: Planta eléctrica



Índice

1. Introducción.	Página 2
2. Elección de la corriente, la tensión y la frecuencia	Página 3
2.1 Elección de la corriente eléctrica	Página 3
2.2 Elección de la tensión y la frecuencia	Página 3
3. Elementos que integran la planta eléctrica	Página 5
4. Balance eléctrico	Página 6
5. Elección de los grupos electrógenos	Página 10
6. Dimensionamiento de la planta de emergencia	Página 11



Cuaderno 7: Planta eléctrica

1. Introducción

En este cuaderno se va a proceder a realizar el balance eléctrico del catamarán, entendiéndose como estudio del balance eléctrico o análisis de cargas, al estudio del conjunto de las necesidades energéticas en las diferentes situaciones de carga eléctrica. Se trata de un método de cálculo más probabilístico que determinista, ya que su aspecto fundamental es la estimación de la potencia promedia que necesita cada consumidor en las diferentes situaciones de carga eléctrica, y que será una fracción de la potencia instalada.

Tal y como era de esperar la instalación flotante no dispondrá de planta eléctrica por resultar innecesaria, dado que no incorpora sistema eléctrico alguno, y cualquier suministro será proporcionado desde el catamarán auxiliar. De ahí la importancia de un adecuado dimensionamiento del buque.

Para la elaboración del balance eléctrico se empleará el método clásico, denominado así por ser el más utilizado. Este no solo permite calcular con una buena precisión la potencia consumida en las diferentes situaciones de carga, sino que en si mismo presenta un buen resumen de los equipos, algo que en un buque pequeño como es este no presenta una gran dificultad, pero facilita mucho la visión general en buques más grandes y que disponen de gran número de equipos instalados.

Primeramente se realizará un balance eléctrico teniendo en cuenta lo diferentes equipos que se instalan a bordo, y planteando las diferentes situaciones de carga.

No se debe olvidar que los equipos seleccionados deberán de estar convenientemente marinizados para evitar su deterioro y mal funcionamiento.

Se tendrá en cuenta la posibilidad de una doble fuente de alimentación a bordo. Una general para el funcionamiento en condiciones normales y una auxiliar alimentada por baterías para situaciones de emergencia.



2. Elección de la corriente, la tensión y la frecuencia.

2.1 Elección de la corriente eléctrica

Normalmente se opta por el empleo de corriente alterna a bordo, lo cual ha resultado ser la mejor solución. No obstante, no se debe olvidar que en el buque pueden existir equipos que se alimentan de corriente continua, para lo cual se dispondrá de baterías a bordo.

A continuación se presentan las diferentes ventajas del empleo de corriente alterna a bordo del buque:

- Mayor robustez y facilidad de mantenimiento en los motores y alternadores, con lo cual se consigue una reducción del gasto de mantenimiento.
- Reducción del empacho, peso y coste en los alternadores y motores diesel para la generación de la energía eléctrica con respecto a la corriente continua
- Utilización de mayores tensiones, reduciendo así la sección de los cables y por la tanto la cantidad de cobre, reduciendo el peso y el empacho.

Por este motivo se ha optado por la corriente alterna como fuente de alimentación primaria utilizando alternadores y rectificadores para el resto de corrientes.

2.2 Elección de la tensión y la frecuencia.

Tras conocer los equipos instalados a bordo se pasa a identificar las diferentes redes que constituyen la planta eléctrica del buque, determinando la tensión y frecuencia adecuada para cada una de ellas.

A continuación se citan las redes presentes en el buque:

- Red de servicios de control.
- Red de fuerza para el movimiento de la grúa y el funcionamiento de las bombas instaladas.
- Red de alumbrado.

Cada una de estas redes tendrá su tensión y frecuencia, en función de los equipos que deba de alimentar. Las características de cada una de ellas son las siguientes:

- Red de fuerza: Se utilizará un valor de 480 voltios y 60 Hz de frecuencia, obtenidos directamente del generador.



- Red de alumbrado: Se utilizará una corriente de 120 voltios y 60 Hz utilizando una red trifásica. Esta corriente se obtendrá mediante un transformador de la red de fuerza.
- Red de servicio de control: Se empleará corriente continua de 24 voltios obtenidas de baterías que se cargarán de la red de alumbrado.



3. Elementos que integran la planta eléctrica:

La planta eléctrica está formada por los siguientes elementos:

- Dos grupos electrógenos, formados por un motor diesel y un alternador cada uno. La potencia vendrá determinada por la demanda de los equipos.
- Cuadro de control de las redes de alimentación eléctrica y de los distintos consumidores.
- Alumbrado interior, exterior y señalización.
- Alumbrado de emergencia.
- Transformadores.
- Cableado eléctrico.
- Equipos de comunicación.
- Alarmas.
- Sistemas de instrumentación y control.

Se deberá dentro de lo posible colocar siempre todos los elementos anteriormente citados en lugares protegidos y lejos de materiales inflamables, lo cual podría resultar peligroso. Habrá que tener en cuenta que se encontrarán situados en zonas de alto nivel de humedad, por lo que los aislamientos deberán ser los adecuados para evitar posibles cortocircuitos.

Todos los elementos de la instalación deberán de ser de tipo marino para protegerlos. Serán síncronos, trifásicos y sin neutro, e incorporarán regulación automática de tensión y frecuencia.



4. Balance eléctrico

Para poder hacer una correcta elección de los alternadores será necesario conocer las necesidades de la planta eléctrica, por lo que se analizará, el funcionamiento de cada elemento en los diferentes estados de carga eléctrica.

Resulta muy importante conocer bien las necesidades de toda la planta, ya que un incorrecto dimensionamiento conllevará futuros problemas de funcionamiento. Para esto habrá que tener en cuenta elementos como la iluminación, la grúa, etc.

Como se ha comentado en la introducción, el balance eléctrico no solo muestra el consumo de potencia eléctrica, sino que resulta ser un útil resumen de todos los equipos instalados en el buque y su forma de explotación.

Para poder elegir el alternador que será instalado, es necesario realizar una estimación de la potencia demandada.

Todos los equipos a bordo que demandan energía eléctrica, se han dividido en grupos para facilitar el cálculo de la potencia eléctrica necesaria.

Los grupos considerados han sido:

Grupo nº 1: Auxiliares de la Propulsión.

Grupo nº 2: Equipos de seguridad.

Grupo nº 3: Alumbrado y electrónica.

Grupo nº 4: Equipos de trabajo.

Para cada grupo se han estudiado los diferentes consumos para las distintas situaciones en las que normalmente se encontrará el buque. Estas condiciones consideradas han sido:

- Buque navegando.
- Despesque.
- Operaciones de carga y descarga en puerto.

En el balance eléctrico se han considerado las siguientes partidas:

- Número total de consumidores instalados de cada tipo.
- Número de consumidores en uso.
- Potencia unitaria absorbida por cada consumidor, medida en kW.
- Ksr: Coeficiente de servicio y régimen. Representa el grado de probabilidad de que una máquina esté trabajando a su potencia máxima. Así, este coeficiente lo podemos descomponer en:



$$K_{sr} = K_s \cdot K_r$$

Siendo:

- K_s - Coeficiente de servicio: Es el tiempo de funcionamiento del consumidor dividido por el tiempo total de funcionamiento del buque, en la condición que se esté estudiando.
- K_r - Coeficiente de régimen: Considera que los consumidores nunca trabajan al 100% de su potencia, a no ser por un periodo de tiempo muy pequeño y por causas justificadas. Es decir, indica el tanto por ciento de la potencia demandada por el consumidor según el régimen de funcionamiento.
- K_n - Coeficiente de simultaneidad: Refleja la existencia de equipos de reserva, especialmente en los servicios esenciales. Su valor es el cociente entre el

número de elementos en uso partido por el número total de elementos instalados.

- Potencia Total: Potencia de cada consumidor o grupo de consumidores demandada para cada situación de funcionamiento, obtenida como el producto de la potencia total instalada por los anteriores coeficientes.

En las siguientes hojas se muestra la estimación de la potencia eléctrica demandada por el buque en las diferentes condiciones de funcionamiento.



					Despesque		Navegación		O. C/D puerto	
	E. instalados	E. en servicio	P. nominal unitaria (kW)	Kn	ksr	Pc (Kw)	ksr	Pc (kW)	ksr	Pc (kW)
Auxiliares de propulsión										
Bomba de agua salada	4	2	1,2	0,5	0,9	2,16	0,9	2,16	0	0
Servicio combustible y lubricante	4	2	0,4	0,5	0,9	0,72	0,9	0,72	0,7	0,56
Ventilación cámara de máquinas	2	2	1,6	1	0,9	2,88	0,9	2,88	0,2	0,64
Timón y maniobra	2	2	3,5	1	0,25	1,75	0,25	1,75	0	0
Equipos de seguridad										
Bomba de cubierta y C.I.	2	2	1,1	1	0	0	0	0	0	0
Bomba de lastre	2	2	0,5	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
Bomba de achique	2	2	1,1	1	0,2	0,44	0,2	0,44	0	0
Equipos de trabajo										
Grúa	1	1	18	1	1	18	0	0	0,8	14,4
Bomba de peces	1	1	4,1	1	1	4,1	0	0		0
Molinete del ancla	1	1	1,2	1	0,9	1,08	0	0	0	0
Alumbrado y electrónica										
Equipo de radio	1	1	0,46	1	0,5	0,23	0,5	0,23	0,5	0,23
Equipo de navegación	1	1	0,6	1	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3
Alumbrado cámara de máquinas	1	1	0,29	1	0,8	0,232	0,8	0,232	0,8	0,232
Alumbrado locales	1	1	0,64	1	0,8	0,512	0,2	0,128	0,8	0,512
Alumbrado puente			0,25		1	0	1	0	1	0
Alimentación baterías	2	1	3	0,5	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5
Luces y señales de navegación	1	1	0,35	1	0,9	0,315	0,9	0,315	0	0
Potencia total (kW)					34,319		10,755		18,374	

Tabla 7.1: Balance eléctrico



A continuación se adjunta un cuadro resumen en función del tipo de consumidores:

	Despesque	Navegación	C/D puerto
Auxiliares de propulsión	7,51	7,51	1,2
Equipos de seguridad	0,54	0,54	0
Equipos de trabajo	23,18	0	14,4
Alumbrado y electrónica	3,089	2,705	2,774
Potencia total (kW)	34,319	10,755	18,374
Potencia Aparente (kVA)	42,899	13,444	22,967

Tabla 7.2: Resumen consumo energético

Como se observa en la tabla, la situación de mayor carga eléctrica se produce durante el despesque.



5. Elección de los grupos electrógenos.

Una vez hecho el balance eléctrico se ha de realizar la elección de los grupos electrógenos que integran la planta principal.

El número de grupos electrógenos necesarios, será tal que se pueda suministrar la energía necesaria incluso con el fallo de uno de ellos. Para su dimensionamiento se tendrá en cuenta que se trate de un modelo comercial, dado que en la realidad serán los que se utilicen.

Se ha optado por dos equipos electrógenos de la marca Taigüer de 50 kVA con las siguientes características:

Modelo	TG50T
Revoluciones/Frecuencia	1.800rpm/60 Hz
Potencia principal	40kW / 50kVA
Dimensiones (L*W*H)	1.950*800*1.240 mm
Peso	800kg

Tabla 7.3: Características grupo electrógeno

Los modelos del motor y el alternador son TGR4105ZD y TGTF40KW respectivamente.



6. Dimensionamiento de la planta de emergencia.

En toda embarcación se deberá de disponer de una planta secundaria que alimente los servicios mínimos en caso de emergencia.

Esta planta deberá cubrir la demanda energética de los siguientes equipos y sistemas:

- Bomba de achique: 1,1 kW.
- Bomba de emergencia contra-incendios: 1,1 kW.
- Equipo de radio: 0,46 kW.
- Equipo de navegación: 0,6 kW.
- Alumbrado cámara de máquinas y puente: 0,54 kW.
- Luces y señales de navegación: 0,35 kW.

La potencia total demandada por estos equipos es de 4,15 kW.

Para obtener esta potencia se ha optado por la instalación de baterías estándar con una tensión de 12 V y una capacidad de 212 A·h.

La tensión de trabajo es de 120 V por lo que será necesario colocar 10 baterías en serie para aportar el voltaje necesario. Para poder conseguir la capacidad requerida se deberán poner el siguiente número de baterías colocadas en paralelo.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4.150W}{120V} = 34,58 A$$

$$C = I \cdot t = 34,58A \cdot 18h = 622,5 A \cdot h$$

$$n^{\circ} \text{ baterías} = \frac{622,5A \cdot h}{212A \cdot h} = 2,93 \approx 3$$

Por tanto se dispondrán 3 líneas en paralelo de 10 baterías cada una de ellas



Bibliografía

<http://www.taiguergeneradores.com/>

- Amable López Piñeiro, ``Sistemas eléctricos y electrónicos a bordo. Diseño general de la planta eléctrica´´



Anexo I. Estudio de mercado

Índice

A.1 Introducción	Página1
A.2 Mercados y grandes empresas	Página 3
A.3 Restaurantes	Página 5
A.4 Consumidor general	Página 7
A.4.1 Sector de la Amazonía	Página 8
A.4.2 Sector de la costa	Página 8
A.4.3 Sector de la sierra	Página 9
A.5 Conclusiones.	Página 13



Anexo I. Estudio de mercado

A.1 Introducción

Para la realización de todo proyecto se hace necesario un amplio conocimiento del mercado en el que se va a desarrollar la posterior actividad comercial, para así poder llegar a un punto de satisfacción del consumidor adecuado. En este caso y por tratarse de un proyecto de cooperación, este punto se convierte en un tema de vital importancia, dado que lo que se desea conseguir con el desarrollo del proyecto es una fuente de proteínas baratas para poder llegar con ello al mayor público posible, y por lo tanto poder beneficiar al mayor sector de la población posible a cubrir sus necesidad de consumo proteico.

Ante esta situación hay que hacerse varias preguntas que definirán si el proyecto es adecuado para la situación del país y el público al que va dirigido, ya que no debe de tener únicamente finalidad económica sino también social, por lo que la aceptación popular será sin duda un determinante de la viabilidad.

El primer problema que se nos presenta a la hora de desarrollar esta tarea, es la inexistencia de una base de datos objetiva, que muestre el consumo de pescado del país, cantidades de cada especie o estimaciones del precio de venta de dichos productos. Esto se produce principalmente por que Ecuador en la actualidad tiene un gran desarrollo de pesca artesanal, sin métodos muy avanzados para la diferenciación en las capturas, por lo que el pescado que se puede adquirir en el restaurante es el que el pescador ha capturado ese mismo día, sin quedar ningún tipo de registro oficial al respecto. Esto se ve aun más agravado por la falta de infraestructura de los comercios costeros, siendo pocos de ellos los que presentan las medidas de refrigeración necesarias para la conservación del pescado, limitando así la venta a lo que se consiga ese día del mar.

Ante esta situación se ha decidido llevar a cabo durante toda la estancia en Ecuador (6 meses) un estudio de mercado mediante "trabajo de campo" a fin de poder explicar lo más exactamente posible las necesidades de la población.

Dado que el proyecto se trata de unas jaulas de engorde, el primer paso a dar es conocer, el tipo de pescado que se puede obtener de las costas ecuatorianas y la aceptación de los mismos por parte de la población; para ello se ha comenzado por hacer un estudio mediante la utilización de libros de biología marina de las diferentes especies predominantes en el país y de cuáles de ellas se podrían utilizar como alimento, eliminando así todas aquellas que pudieran resultar nocivas para las personas o que no se den en las costas ecuatorianas, lo que dificultaría en un futuro la obtención de juveniles para su posterior engorde.



Como se muestra en el Cuaderno 1, las especies más apropiadas serían las siguientes: Huayaípe, Pámpano, Pargo, Lisa y Corvina. A estas especies se ha unido también el pulpo por existir en el momento una investigación en proceso de iniciación en el país, por lo que podría resultar interesante añadirlo a la lista de posibilidades.

Esta elección se ha realizado basándose únicamente en criterios biológicos y geográficos, por lo que el siguiente paso a dar es el estudio de aceptación social, dado que debe de ser un producto que guste a la población en las diferentes partes del país y que a su vez, se pueda ofrecer a un precio asequible para con ello ofrecer alimento a las clases sociales más bajas.

Ante estos criterios se ha tomado la elección de utilizar la corvina como especie a desarrollar, dado que cumple con todos los requisitos biológicos y parece, en primera instancia, un buen candidato para dicha actividad. Una vez hecha dicha pre elección hay que asegurarse de que esta especie tiene una buena aceptación por parte de los ciudadanos, ya que al fin y al cabo será un factor clave para el éxito del proyecto.

Para este fin se modelaron encuestas con ayuda del profesorado de la ESPOL, con las que se pretende obtener, en la medida de lo posible, la satisfacción de los ciudadanos con esta especie y a su vez plantearse, en caso de que fuera negativa, la posibilidad de elegir otra especie más adecuada.

En las encuestas se ha intentado tocar los puntos más determinantes, como son el consumo habitual de pescado, la preferencia entre unas especies u otras y a su vez la percepción por parte de la gente del precio de dicho producto.

Se han realizado 3 modelos de encuestas destinados a diferentes sectores del mercado:

- Mercados y grandes empresas distribuidoras de pescado
- Restaurantes
- Consumidor general

Se ha dividido en estas tres ramas, ya que cada una desempeña un papel importante en la actividad comercial del pescado. A continuación se expone cada uno de los sectores y se explica la necesidad de los mismos.



A.2 Mercados y grandes empresas

Mercados y grandes empresas

1. ¿Pescado más vendido?
2. ¿La venta de corvina es: Muy buena, buena , regular , mala ?
3. Modo de venta: Entera, fileteada, Ambas
4. En caso de entera. Peso aproximado
5. Precio aproximado por libra
6. En caso de Filete. Peso aproximado
7. Precio aproximado por libra
8. Lugar de adquisición: Lonja, Pescadores, Distribuidoras
9. ¿Cual es la época de mayor abundancia de corvina?
10. ¿Tiene suficiente suministro de corvina?

Los mercados son una buena referencia a la hora de conocer cuáles son las especies que más se venden, así como el precio de las mismas y algo de no menos importancia, que es la disponibilidad de este pescado a lo largo del año, ya que puede tratarse de un alimento que se consuma solo en ciertas épocas del año o por el contrario que se consuma durante todo el año, o simplemente tratarse de una especie que solo se pueda pescar en ciertos periodos, bien por legislación o bien por abundancia.

Estas encuestas fueron mandadas a diferentes grandes empresas distribuidoras de pescado, pero no se consiguió nada dado que ninguna de las empresas contestó, por lo que se trabajó principalmente con mercados.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:



Se observó que la corvina es un pescado que se vendía prácticamente en todos los mercados del país, exceptuando la zona de la amazonía donde no existe un mercado en si, dada la mala comunicación entre aldeas.

En los mercados de la zona de la costa, existía mayor variedad de pescado a la venta, esto es debido a que, en gran parte de los mercados no existen medios de refrigeración, por lo que en el mercado se encuentra el pescado fresco del día, y teniendo en cuenta que la mayor parte de la flota pesquera está formada por pequeños barcos de pesca artesanal, no hay una gran selección en las capturas.

No obstante la corvina apareció junto a la tilapia y el picudo en todos los mercados visitados, mostrando buenas ventas de la misma y a precios que variaban entre 2,5 y 5 dólares la libra.

Por el contrario en la zona de sierra, la variedad de especies en el mercado disminuía notablemente, tomando mayor relevancia la corvina sobre otro tipo de peces. Este fenómeno se debe a que el transporte en camiones refrigeradores no es muy extendido lo que obliga a mover especies de mayor valor económico para, con ello, cubrir los gastos ocasionados durante el transporte, siendo para esto la corvina una perfecta candidata.

Aquí los precios aumentaban un poco en relación a los de los mercados de las costa, moviéndose en rangos de entre 3,5 y 7 dólares la libra.

Tanto en la costa como en la zona de sierra la corvina se vendía tanto fileteada como el pez entero, teniendo ambas una buena aceptación por parte del consumidor.

En la zona de costa, la obtención del pescado por parte del mercado suele ser directamente del pescador, mientras que en la sierra, la mayoría de los mercados obtienen el pescado que posteriormente venden de distribuidoras de mayor tamaño.

En lo que coinciden tanto en la sierra como en la costa, es el hecho de que la corvina es un pescado que se vende durante toda las épocas del año, lo que justificaría una producción repartida a lo largo de todo el año.



A.3 Restaurantes

Restaurantes

1.¿Pescado más consumido?
2.La venta de la corvina es: Muy buena, Buena, Regular, Mala
3.Modos de venta: Entera, Troceada
4.¿De cuantas formas distintas ofertan la corvina en su carta?
5.Precio aproximado por plato principal
6.En caso de entera, ¿De qué peso aproximado?
7.Precio habitual al que lo adquiere
8.¿Lugar de adquisición?
9.¿Cuál es la época de mayor abundancia de corvina?
10.¿Tiene suficiente suministro de corvina?

En Ecuador es muy típico el comer fuera de casa, en pequeños restaurantes donde se puede comer el menú del día por un precio aproximado de tres dólares, ofreciendo por este dinero un plato con un filete de carne o pescado con arroz, una sopa y un zumo natural. Dado que esta práctica resulta ser muy habitual, se ha considerado de relevancia las opiniones y ventas de los restaurantes.

Además de a estos pequeños restaurantes se han realizado las encuestas a otros tipos de restaurantes, sin necesidad de centrarse únicamente en los que ofrecen menú del día, pero que también son habitualmente visitados por la gente del país.

Se han obtenido los siguientes resultados:



En los restaurantes más pequeños de menú predeterminado, el pescado depende del día ofertando el que hubiera en el mercado o estuviera en oferta ese día, lo que hace difícil cuantificar la aceptación de la corvina.

En el segundo tipo de restaurantes, la corvina siempre aparece en la carta, bien sea con una elaboración más compleja o simplemente a la plancha, pero sin duda alguna como pescado ocupa una posición importante en todos los restaurantes. No obstante, también se presenta una gran venta de camotillo y pez espada.

El precio varía mucho si se desea comer entera o fileteada, dado el tamaño por lo tanto del plato. Si se consume de forma fileteada, suele poner un filete por plato, mientras que si se consume entera se presenta toda la pieza por ración, lo que hace que el contenido de pescado sea mucho más elevado y por lo tanto su precio aumente también.

Otro buen indicativo es el hecho de que en casi todos los restaurantes la corvina se ofrece de más de una manera cocinada, oscilando normalmente entre 2 y 5 formas de ofertarla, lo cual alienta la elección de esta especie para su explotación.

Casi todos los restaurantes han expuesto que la aceptación de este pescado por parte del cliente se mueve entre buena y muy buena.

Con respecto al lugar de adquisición de la materia prima, varía de nuevo entre costa y sierra, ya que en la costa la mayoría de los restaurantes adquieren el pescado directamente del pescador, mientras que en la sierra son los mercados los principales distribuidores de estos productos. Esto hace que al igual que en el apartado anterior, presente un precio un poco más elevado en la sierra que en la costa, producido esto por los gastos incurridos durante el transporte.

Se ha preguntado en los restaurantes cual era el precio en el que ellos ofrecían su producto, y hay dos ramas principalmente, dependiendo de la forma de venta de pescado. Si se trata de filete de pescado el precio del plato principal oscila entre 3 y 4 dólares, mientras que si se trata de una pieza entera o bien de un plato más elaborado al precio aumenta hasta rangos de 8 a 10 dólares.

Al igual que en los mercados, todos los restaurantes han coincidido en que la venta de este tipo de pescado es buena durante todo el año, y que la abundancia del mismo no se ve afectada por la época en la que nos encontremos.



A.4 Consumidor general

Consumidor general

1.¿Cuántos miembros de la familia viven ahora en su casa?
2.¿Qué se come más, carne o pescado?
3.¿Cuántas veces se come pescado en su casa a la semana
4.¿Qué pescado es el que más se come en su casa?
5.¿Les gusta a su familia la corvina?: Mucho, Normal, Poco, Nada
6.¿Cuántas veces aproximadamente comen corvina al mes?
7.¿Donde la compran?: Supermercado, Mercado, al Pescador
8.¿Cómo la comen más? En filete, Entera
9.¿Conoce el precio aproximado de la corvina?
10.¿Considera cara la corvina?
11.¿Cuántas recetas cree que conoce para cocinar la corvina?

Sin duda alguna, este tercer sector, resulta presentar mayor relevancia que los dos anteriores, dado que el producto va destinado precisamente a esta rama, al consumidor de a pie, de diferentes clases sociales y de las diferentes provincias.

Se ha procurado recopilar datos de todas las provincias de los diferentes sectores en los que se divide el país, sierra, costa y amazonia, mediante la realización de dichas encuestas a gente por la calle. Los resultados obtenidos son los siguientes:

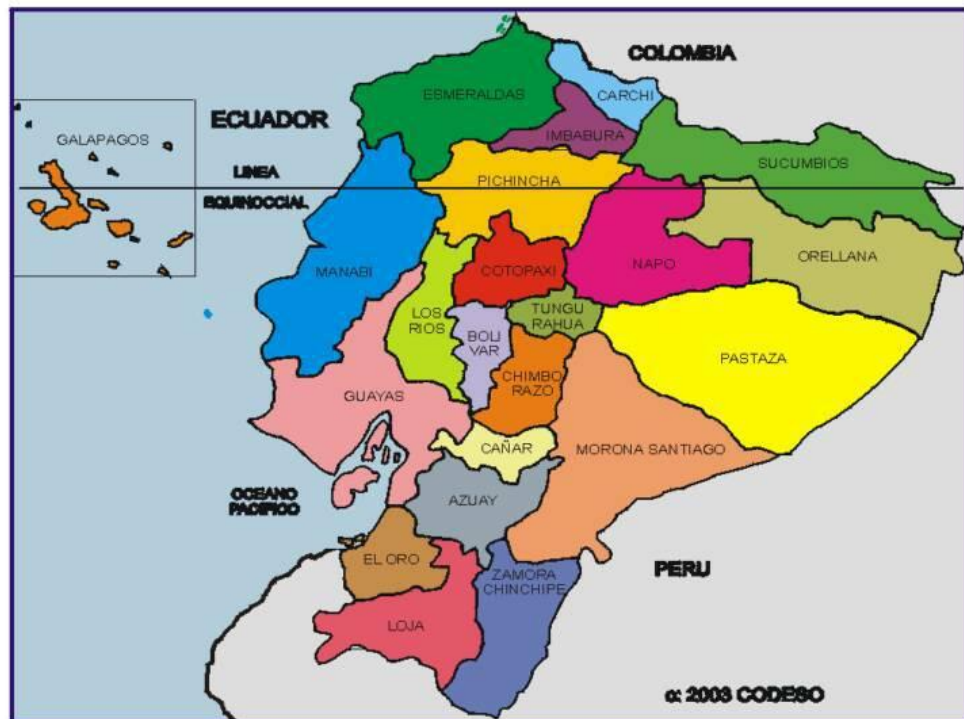


Figura A.1: Provincias del Ecuador

(http://www.codeso.com/Mapa_Ecu02.html)

A.4.1 Sector de la Amazonía:

La Amazonía se encuentra situada en la zona este del país, presentando muy mala comunicación con el centro y la costa dado la inexistencia de carreteras que lleguen a las pequeñas aldeas que conforman la población de esta zona.

Por esta razón el consumo de pescado es prácticamente nulo, y el poco que se consume, es el que se pesca en el río, por lo que los estudios de mercado en esta zona son totalmente irrelevantes, ya que esta parte del país no se vera afectado por el desarrollo del proyecto.

A.4.2 Sector de Costa

En la costa como ya se ha expuesto antes la venta y consumo de pescado se hace de una forma más variada por lo que se va a tratar la costa como un único bloque para entrar posteriormente más en detalle en la zona de sierra donde tras los estudios realizados parece estar el futuro destinatario de este producto y por lo tanto el de mayor relevancia.



En primer lugar se ha estudiado el número de miembros pertenecientes a cada familia, presentando un número menor, que oscila entre 3 y 5 miembros y presentando un mayor consumo de pollo que de otro tipo de alimentos. No obstante el consumo de pescado a la semana oscila entre 1 a 3 veces, lo cual ya presenta un rango mayor que en la sierra, donde no suele exceder de 2 días a la semana.

Ante la pregunta de cual es el pescado que más se consume, se ha obtenido que los más habituales son el picudo y el atún, pero casi todos han insistido en que se intenta variar, dando un grado de normal a la aceptación de la corvina.

El consumidor normalmente adquiere este producto bien en mercados de forma fresca o bien en supermercados, ya congelado y manufacturado, variando mucho los precios entre un lugar de adquisición y otro con precios aproximados de 4 dólares la libra en los mercados y hasta 8 dólares la libra en supermercados.

Cabe destacar que la mayoría de la gente ante la pregunta de como la compran, ha respondido que fileteada, dado que la forma más habitual de presentación en las casas es a la plancha o apanada.

Si resumimos lo anteriormente dicho, se llega a la conclusión de que en la costa se presenta en general un mayor consumo de pescado que en las otras regiones del país, pero que dado su facilidad de obtención por encontrarse cerca de la fuente, el consumo es mucho más variado, sin presentar una preferencia especial por un tipo u otro de pez.

Las familias en la zona de costa presentan un mayor poder adquisitivo y familias más reducidas lo que promueve la compra en grandes superficies y la implantación de proteínas provenientes del mar como algo típico en la dieta personal, presentando una percepción ante los precios de la corvina de no ser muy elevados.

A.4.3 Sector de sierra:

A lo largo de este anexo se ha focalizando el destinatario de nuestro producto, situándolo en los habitantes de las provincias de la costa, esto se da por dos motivos principales, en primer lugar por que en la sierra es donde tienen menor accesibilidad al pescado por los problemas de comunicación y transporte y en segundo lugar por que la zona de la sierra presenta un menor poder adquisitivo, lo que limita el consumo de proteínas, y por lo que una fuente alternativa y barata beneficiaría mucho a este sector de la población.

A continuación se resume los resultados obtenidos en función de las diferentes provincias en la que se ha podido llevar a cabo el trabajo de campo y recopilación de información.



- **Resumen provincia de Azuay:**

Las familias de esta provincia están formadas mayoritariamente entre 3 y 5 miembros, apareciendo también casos de familias hasta 9 miembros, todo ello dentro de las personas encuestadas.

Conforme a que es lo que más se consume, la respuesta ha sido mayoritariamente pollo (50% de los encuestados), seguido de legumbres y ya con menos consumidores carne y pescado. La mayoría de la población de esta provincia tiene un consumo de pescado de entre 1 a 2 veces a la semana. Siendo la corvina la más consumida y seguida de la tilapia y la trucha. Lo que muestra una aceptación por parte del consumidor muy buena de este tipo de pescado, siendo consumido una media de dos veces al mes en cada hogar.

El lugar más habitual para la adquisición de este producto son los mercados, donde se adquieren tanto fileteada como entera más o menos en la misma proporción y por un precio aproximado de 3,5 dólares la libra, precio que aun así el 50 % por ciento de la población considera elevado.

- **Resumen provincia del Chimborazo:**

Aquí las familias presenta en mayor proporción entre 5 y 7 miembros, siendo inferiores solo las de familias aun muy jóvenes, lo que indica que aquí se tiende a familias más numerosas que en otras regiones de la sierra.

Al igual que en el caso anterior el alimento más consumido es el pollo aunque aparece un pequeño incremento en el consumo de pescado, consumiéndolo unas dos veces a la semana por la mayoría de las familias entrevistadas.

El pescado más consumido vuelve a ser la corvina con una media de 3 veces al mes, seguida en este caso de la tilapia, y con un menor porcentaje de consumo de trucha.

La mayoría de las familias acuden a los mercados para la adquisición de este alimento, donde los precios bajan un poco con respecto a la provincia anterior, presentando un precio medio de 2,5 dólares la libra de corvina. Aquí el consumo en forma de filetes aumenta un poco con respecto a la pieza entera, pero aun así se mantiene bastante igualado el consumo. Y al igual que anteriormente a la mayoría de la población les parece un producto caro.

- **Resumen provincia de Imbabura:**

Las familias de esta provincia también son bastante numerosas, presentando entre 4 y 8 miembros la mayoría de las encuestadas.



Nuevamente aparece el pollo como principal fuente de proteínas del lugar, seguida de la carne y en último lugar el pescado, con una media de consumo de 1 vez a la semana, siendo los pescados más consumidos la corvina y la tilapia. Ante la pregunta de que aceptación tiene la corvina en la familia, la mayor parte de los encuestados (prácticamente el 100%) han dicho que buena, lo cual resulta muy satisfactorio.

El consumo de la corvina oscila entre 2 y 3 veces al mes siendo pocas las familias que han indicado un consumo menor.

El lugar de adquisición de este alimento es principalmente el mercado, donde el precio se mueve entre los 2,5 dólares la libra, llegando a alcanzar los 5,5 dólares la libra, con un consumo prácticamente igual en piezas enteras o fileteadas.

En esta provincia cabe destacar que la percepción por parte de la población del precio de la corvina varía respecto al resto de provincias, no considerando la corvina como un alimento caro.

- **Resumen provincia de Pichincha:**

Aquí las familias presentan en media un menor número de miembros, variando en la mayoría entre 3 y 4, lo cual significa una reducción considerable en comparación con el resto de las provincias de la zona de la sierra.

El consumo de proteínas es más variado, apareciendo en mayor proporción el pescado como un alimento cotidiano, con una media de dos veces a la semana, siempre unido al pollo que sigue siendo la fuente de proteínas más consumida. Esto puede explicarse porque esta zona resulta ser muy turística, lo que hace que aparezca mayor número de comercios y un mayor desarrollo de infraestructuras, para la conservación y transporte del pescado.

El pescado más consumido es una vez más la corvina junto a la tilapia, presentando una aceptación muy buena por parte de la población, la cual indica un consumo de corvina de aproximadamente 4 veces a la semana y en mayor medida en formato fileteado.

Aquí el lugar de adquisición presenta una variación con respecto a las anteriores provincias, siendo los supermercados los principales distribuidores de este alimento, lo cual conlleva a su vez un aumento de su coste, que se mueve entre los 4 dólares la libra, y alcanzando en algunos supermercados los 7 dólares la libra, y precio sensiblemente más alto que los anteriormente citados. No obstante la mayoría de los entrevistados no lo consideran un producto caro.



- **Resumen provincia de Tungurahua:**

En esta familia las familias oscilan entre 3 y cinco miembros en la mayoría de las entrevistadas, encontrando algunas que alcanzan los 7 miembros en una misma casa.

El consumo de pescado es menor que en las otras zonas, alrededor de 1 vez a la semana, siendo la trucha el pez más consumido, junto a las ``caritas`` un pez que se da en los ríos de la zona. No obstante la corvina es considerada un alimento rico, presentando como principal problema el elevado precio para muchas de estas familias, lo cual dificulta mucho su consumo.

La obtención de corvina se hace principalmente en los mercados y presenta un consumo medio de 1 a 2 veces al mes, por parte de las familias de la zona, lo cual es bastante menor que en otras provincias. Esto se ve motivado como se ha mencionado anteriormente por la percepción de la población de su precio, el cual es considerado por la mayoría de las familias elevado, (Ha resultado imposible determinar el precio al que esta, dado que casi nadie sabia responder a esta pregunta)



A.5 Conclusiones:

Ecuador es un país que necesita aumentar su consumo proteico en general, y el de pescado en particular, dado que se trata de una fuente de alimento sana y aceptada por la mayor parte de la población.

Tras realizar este estudio de mercado, se obtiene como conclusión que el mayor beneficiario de esta instalación será en un futuro toda la zona de sierra, donde llega pescado en mayor cantidad y sobre todo mucho menos variado, lo que enmarca a la corvina como un pez muy adecuado dada su alta aceptación y que presenta un mayor valor comercial, algo que resulta imprescindible para amortizar los gastos incurridos durante su transporte y manufacturación.